

# Usporedba načina prijevoza putnika u javnom gradskom prijevozu

---

Uravić, Mateo

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

*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:119:491997>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Mateo Uravić**

**USPOREDBA NAČINA PRIJEVOZA PUTNIKA U JAVNOM  
GRADSKOM PRIJEVOZU**

**ZAVŠRNI RAD**

**ZAGREB, 2015.**

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**ZAVRŠNI RAD**

**USPOREDBA NAČINA PRIJEVOZA PUTNIKA U JAVNOM  
GRADSKOM PRIJEVOZU**

Mentor : dr. sc. Marko Slavulj  
Student : Mateo Uravić, 0135218579

Zagreb, rujan 2015.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. AUTOBUSNI PRIJEVOZ</b> .....	<b>3</b>
2.1 Povijest autobusnog prijevoza gradovima .....	4
2.2 Vrste autobusa .....	5
2.3 Tehničko- eksplotacijske značajke gradskih autobus .....	7
2.4 Autobusni sustavi u gradovima .....	9
<b>3. TROLEJBUSNI PRIJEVOZ</b> .....	<b>13</b>
3.1 Povijest trolejbusa .....	13
3.2 Tehničko - eksplotacijske značajke trolejbusa.....	14
3.3 Prednosti i nedostaci trolejbusa.....	15
3.4 Primjeri gradova sa trolejbusnim prijevozom .....	16
<b>4. TRAMVAJSKI PRIJEVOZ</b> .....	<b>20</b>
4.1 Povijest tramvaja .....	20
4.2 Tehničko- eksplotacijske značajke tramvaja .....	21
4.3 Prednosti i nedostaci tramvaja .....	23
4.4 Tramvajski sustavi u gradovima.....	24
<b>5. METRO SUSTAVI</b> .....	<b>27</b>
5.1 Povijest metroa .....	27
5.2 Značajke metro sustava .....	29
5.3 Tehničko - eksplotacijske značajke metroa .....	30
5.4 Gradovi sa metro sustavima.....	31
<b>6. SUSTAV PRIJEVOZA ŽIČARAMA I USPINJAČAMA</b> .....	<b>35</b>
6.1 Viseća žičara.....	35
6.2 Žičare za prijevoz u gradovima.....	36
<b>7. USPOREDBE RAZLIČITIH NAČINA JAVNOG GRADSKOG PRIJEVOZA</b> .....	<b>37</b>
7.1 Troškovi različitih oblika javnog gradskog prijevoza .....	37
7.2 Kapacitet i prijevozna moć .....	40
7.3 Prometna brzina.....	42
7.4 Međustajališna udaljenost .....	43
<b>8. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>45</b>
Literatura .....	46
Popis slika .....	48
Popis tablica.....	49

## **SAŽETAK**

U ovom završnom radu analizirali su se različiti načini prijevoza putnika u javnom gradskom prometu. Autobusni prijevoz, trolejbusni, tramvajski, metro, te prijevoz žičarama. Razlike među navedenim sustavima su velike, a najviše se očituju u prijevoznosti, brzini te količini financijskih ulaganja koja su potrebna za njihovo uvođenje. Funkcioniranje prometa ovisi i o strukturi i veličini grada. Usporedbama javnog prijevoza u različitim svjetskim gradovima stvorio se osnovni prikaz mogućnosti i efikasnosti pojedinih oblika prijevoza.

Ključne riječi: javni gradski prijevoz, efikasnost, troškovi, tehničko-eksploatacijske značajke

## **SUMMARY**

In this final thesis were analysed different types of public transportation. Bus transport, trolley-bus, tram, metro and cable car. The differences among these systems are big and they are most evident in the transport capacity, speed and amount of financial investment required for their introduction. The functioning of traffic depends on the size and structure of the city. Analyzing public transportation in various cities of the world was created the basic display of capabilities and effectiveness of the various forms of transport.

Key words: public transport, efficiency, costs, technical features

# 1. UVOD

Javni prijevoz je usluga koja je dostupna svim građanima pod jednakim uvjetima. Razlikuje se od taxi usluge, Car pooling-a , te bilo kakvih ostalih dogovorenih vrsta prijevoza, jer djeluje po unaprijed određenom voznom redu i trasama, sa već utvrđenim stajalištima za prihvat i iskrcaj putnika. Javni prijevoz, s obzirom na duljinu putovanja, dijeli se na gradski, prigradski i međugradski.

Javni gradski i prigradski prijevoz uključuju autobuse, trolejbuse, taxi vozila, tramvaje, vlakove, podzemnu željeznicu (metro), žičare i uspinjače te trajekte. U javnom prijevozu između gradova dominira „ intercity rail „ iako se u posljednjih 10 godina rapidno povećava razvijanje brze željeznice. Funkcioniranje javnog prijevoza razlikuje se u Europi, Americi, Aziji, tj. iako je njegov cilj jednak, a to je zadovoljavanje širem broju korisnika potrebu za kretanjem, postoje znatne razlike u njegovoj politici i organizaciji poslovanja.

Tema završnog rada je “Usporedba načina prijevoza putnika u javnom gradskom prijevozu „ . Cilj završnog rada je prikazati i analizirati prometne entitete javnog gradskog prijevoza, specifično : autobuse, trolejbuse, tramvaje, žičare i metro prijevoz, usporediti različite oblike te djelovanje i organizaciju javnog prijevoza u gradovima.

Rad je strukturiran u 8 poglavlja :

1. Uvod
2. Autobusni prijevoz
3. Trolejbusni prijevoz
4. Tramvajski prijevoz
5. Metro sustavi
6. Sustavi prijevoza žičarama i uspinjačama
7. Usporedbe načina javnog gradskog prijevoza
8. Zaključak

Radi boljeg razumijevanja problematike, od 2. do 6. poglavlja, naglasak će biti na osnovnom upoznavanju prethodno navedenih sustava prijevoza. Od povijesnog razvoja, tehničko-eksploatacijskih značajki vozila do njihovog korištenja u primjernim gradovima.

U sedmom poglavlju usporediti će se najzastupljeniji načini javnog gradskog prijevoza kroz osnovne elemente koji određuju efikasnost i pogodnosti određenog sustava. Ti elementi su troškovi, prometna brzina, kapacitet i prijevozna sposobnost te međustajališna udaljenost.

Analizom proučene literature i osobnih zaključaka stvoriti će se pojednostavljeni prikaz odnosa između određenih gradskih prometnih sustava.

## 2. AUTOBUSNI PRIJEVOZ

Javni gradski prijevoz autobusima najčešće se odvija tranzitnim ili gradskim autobusima po zakazanom voznom redu na unaprijed utvrđenim trasama sa određenim autobusnim stajalištima.<sup>1</sup> Takav oblik javnog gradskog prijevoza zastupljen je u većini gradova. Gradovi veličine od 50.000 – 250.000 stanovnika koriste autobusni javni gradski prijevoz kao jedinu uslugu javnog prijevoza putnika, dok veći gradovi najčešće koriste autobuse da bi povezali djelove grada do kojih ne služe ostali načini JGP-a (tramvaji, metro, gradska željeznica).

### 2.1 Povijest autobusnog prijevoza gradovima

Prva organizirana „autobusna“ linija javlja se 1824. g u Engleskoj, a povezuje Market Street u Manchesteru i Pendleton u Salfordu. Francuska također nije mnogo zaostajala za Velikom Britanijom te je već 1826. g u Nantesu organizirala javna autobusna linija koja je povezivala središte grada sa javnim kupkama na periferiji. Tada se javlja i prvi tzv. Omnibus (slika 1), pojam nastao od latinske izreke „*Omnes Omnibus*“ (sve za svakoga), a predstavljao je kočiju sa vagonom u kojoj su se prevozili putnici i pošta. Godine 1828. , Omnibus počinje prometovati i ulicama Pariza (slika 2), te nakon toga u Bordeauxu i Lyonu. 1829. g Londonske novine objavljuju da je novo vozilo zvano Omnibus započelo s radom te prometuje od Paddingtona do središta grada.<sup>2</sup>



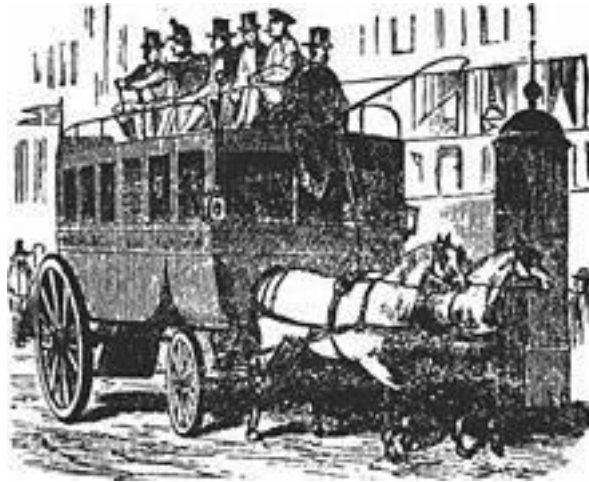
Slika 1. Shilibeerov prvi omnibus

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Bus](http://en.wikipedia.org/wiki/Bus)

<sup>1</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g

<sup>2</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Public\\_transport\\_bus\\_service](http://en.wikipedia.org/wiki/Public_transport_bus_service)





*Slika 2. Pariški omnibus krajem 19-og st.*

*Izvor: en.wikipedia.org/wiki/Bus*

Početak Omnibus službe započeo je u Americi, točnije u New Yorku 1829. g, a linija je prometovala ulicom Broadway sa polaskom kod Bowling Green-a.

Kompanija General Motors je od 1920. g počela kupovati tramvajske sisteme diljem SAD-a sa ciljem da ih zamijeni sa motornim autobusima, što je poznato kao „Veliki američki tramvajski skandal“.<sup>3</sup> Motorni autobusi su od ranih 20-ih prošlog stoljeća doživjeli mnoge preinake i poboljšanja. Jedni od njih su pneumatske gume, automatski mijenjač i dizel motori 1936. g, kapacitet veći od 50 putnika 1948. g te zračne suspenzije 1953. g (slika 3).



*Slika 3. Američki autobus 1950ih godina*

*Izvor: en.wikipedia.org/wiki/Bus*

---

<sup>3</sup>Henricks, Mark (2010-09-02). "The GM Trolley Conspiracy: What Really Happened". *CBS News*, available on : [https://en.wikipedia.org/wiki/General\\_Motors\\_streetcar\\_conspiracy](https://en.wikipedia.org/wiki/General_Motors_streetcar_conspiracy)

## 2.2 Vrste autobusa

Razlikujemo 5 vrste autobusa ovisno o njihovoj namjeni :

- **Gradski autobus:** Namijenjen je prijevozu putnika na kraćim relacijama. Tranzitni tj. gradski autobusi su posebno dizajnirani autobusi koji imaju najbolji omjer prijevozne sposobnosti i komfora putovanja na kraćim dionicama (slika 4). Maksimalna brzina im nije velika ali zato imaju veća ubrzanja i usporenja u cilju bržeg prijevoza. Specifični su po dizajnu koji uključuje više vrata zbog bržeg izmjene putnika (novije izvedbe su niskopodne), minimalna ili nikakva mjesta isključivo za prtljagu, opremljeni su informativnim displejima, poništavačima karata te sadrže određeni broj legalnih mjesta za stajanje. <sup>4</sup>



*Slika 4. Zagrebački gradski autobus*

*Izvor: [hr.wikipedia.org/wiki/Zagrebacki\\_elektricni\\_tramvaj](http://hr.wikipedia.org/wiki/Zagrebacki_elektricni_tramvaj)*

- **Prigradski autobus:** Namijenjen je prijevozu putnika na dužim relacijama od gradskog autobusa. Ima više sjedećih mjesta od gradskog autobusa te manji broj mjesta za stajanje.
- **Međugradski autobus:** Služi za prijevoz putnika na dugim relacijama. Udobnost je znatno veća od gradskog i prigradskog autobusa ( često sadrži klimu, tv, wc). Sva mjesta su sjedeća te sadrži veliki prostor za prtljagu. Vrata za ulaz i izlaz

---

<sup>4</sup><http://hr.wikipedia.org/wiki/Autobus>

putnika su manja jer protok putnika nije bitan u tolikoj mjeri kao i na kraćim relacijama (slika 5).

- **Kombibus** : Namijenjen je prijevozu manjeg broja putnika i njihovih prtljaga. Koristi se najčešće u službama hotela i aerodroma za prijevoz njihovih korisnika (slika 6).
- **Minibus** : Autobus manjeg kapaciteta, najčešće namijenjen gradskom prijevozu putnika na linijama s manjim brojem putnika u jedinici vremena. Obično ima do 17 mjesta za sjedenje i do 40 mjesta za stajanje.<sup>5</sup>



*Slika 5. Međugradski autobus*

*Izvor: <http://isuzu.rs/>*



*Slika 6. Kombibus*

*Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Bus](http://en.wikipedia.org/wiki/Bus)*

---

<sup>5</sup> Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2006.g

## 2.3 Tehničko- eksploatacijske značajke gradskih autobus

Prema broju osovina, izvedbi karoserije, duljini i broju putničkih mjesta, gradski autobusi najčešće mogu biti izvedeni u dva osnovna oblika :

- Dvoosovinski ili troosovinski s jednodijelnom karoserijom duljine 11- 15m, koji ima 85 do 120 putničkih mjesta i neto masu 9- 11 tona te troja dvokrilna vrata.
- Zglobni troosovinski s dvodijelnom karoserijom duljine 15 – 18 m, koji ima 150 do 180 putničkih mjesta i neto masu 15- 17 tona te četvora dvokrilna vrata (slika 7).



*Slika 7. Zglobni troosovinski autobus u Opatiji*

*Izvor: [hr.wikipedia.org/wiki/Zglobni\\_autobus](http://hr.wikipedia.org/wiki/Zglobni_autobus)*

Postoje i varijacije van tih osnovnih kategorija, kao što su :

- Dvoosovinski s jednodijelnom karoserijom manjih dimenzija ( duljine 7,5 – 10m i kapaciteta 40 do 70 putničkih mjesta );
- Zglobni četveroosovinski s trodjelnom karoserijom duljine 22- 27 m, koji ima 230 do 300 putničkih mjesta, neto masu 18 -25 tona te četvora dvokrilna vrata (slika 8);
- Dvoosovinski i troosovinski trolejbusi na kat s jednodijelnom karoserijom.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2006.g



Slika 8. Četveroosovinski autobus sa trodijelnom karoserijom u Hamburgu

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Bus](http://en.wikipedia.org/wiki/Bus)

## 2.4 Autobusni sustavi u gradovima

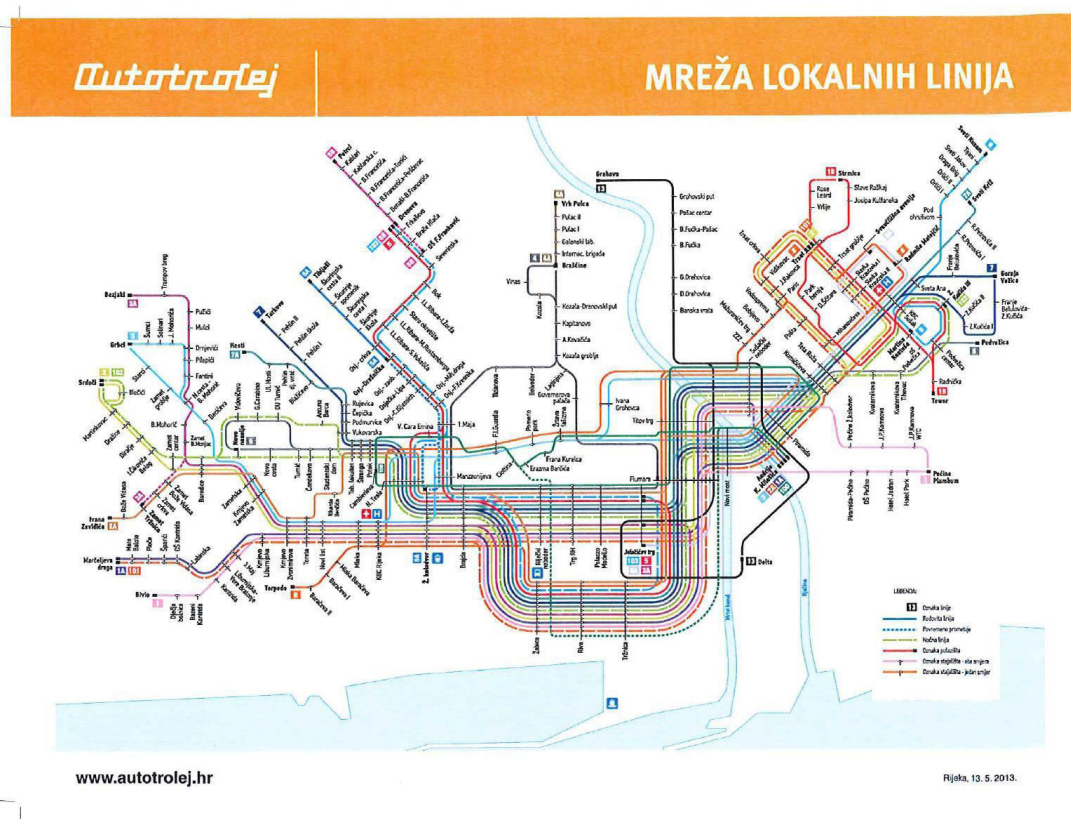
### a) Grad Rijeka– 142.000 stanovnika

U gradu Rijeci, autobusni javni gradski prijevoz je jedini masovni te ujedno i glavni oblik javnog gradskog prijevoza. Obavlja ga prijevozna tvrtka „Autotrolej“. Danas prometuje na 44 linije koje povezuju 12 gradova i općina sa županijskim središtem. Gradski prijevoz se obavlja na 18 linija koje obuhvaćaju cijelokupno gradsko područje, a mreža je uređena prema osnovnim pravcima protezanja gradskih prometnica (slika 9). Prema općoj podijeli s obzirom na obilježje linija gradske mreže, postoji sedam dijametralnih i jedanaest radijalnih linija. Linije prometuju mješovito sa ostalim cestovnim prometom te u vrijeme vršnih sati ili u izvanrednim situacijama, to može uzrokovati kašnjenje u voznom redu. Na svim autobusnim linijama godišnje se preveze oko 35.000.000 putnika i ostvari preko 10.000.000 kilometara.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> <http://www.autotrolej.hr>





Slika 9. Mreža gradskih autobusnih linija u Rijeci

Izvor: [www.autotrolej.hr](http://www.autotrolej.hr)

## b) Boston ( Sjedinjene Američke Države ) – 645.000 stanovnika

Za razliku od prethodno navedenog grada Rijeke, u Bostonu postoji više oblika javnog gradskog prijevoza ( metro, gradska željeznica, trajekt, autobus ) te je autobusni prijevoz kao jedan od njih dobro implementiran u cijelokupni sustav. Karte su zajedničke za autobus i metro, te se ostvaruju čak i određeni popusti ako se prijevoz kombinira. U gradu prometuje 162 linije (slika 11) koje dnevno prevezu oko 375.000 putnika u jednom pravcu te takav podatak stavlja Boston na 7. mjesto po snazi autobusnog prijevoza u SAD-u.<sup>8</sup> Linije u većini prometuju po posebno označenim trakama isključivo za autobuse, dok se dio trasa dijeli sa ostalim cestovnim prometom.<sup>9</sup>

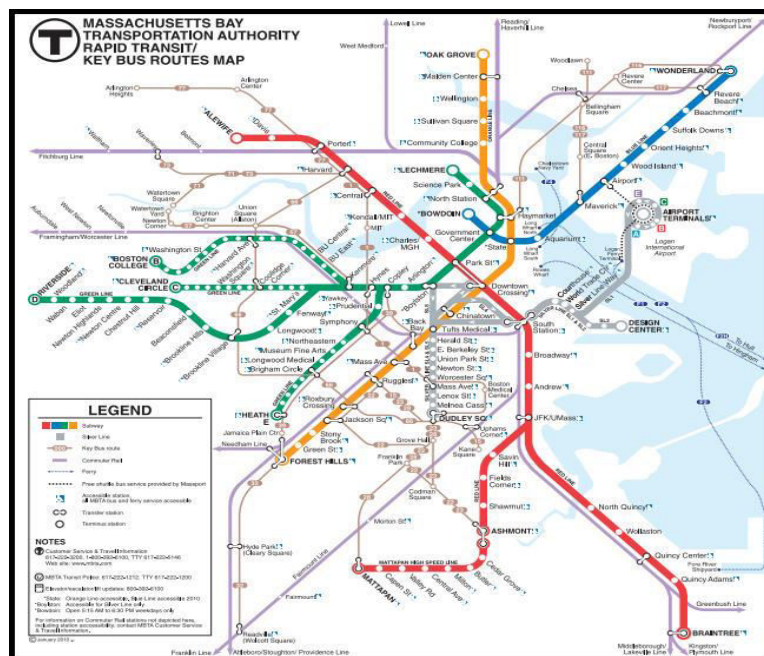
<sup>8</sup> <http://www.mbta.com>

<sup>9</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Transportation\\_in\\_Boston](http://en.wikipedia.org/wiki/Transportation_in_Boston)



Slika 10. Autobus u Bostonu

Izvor: commons.wikimedia.org



Slika 11. Mreža autobusnih linija u Bostonu

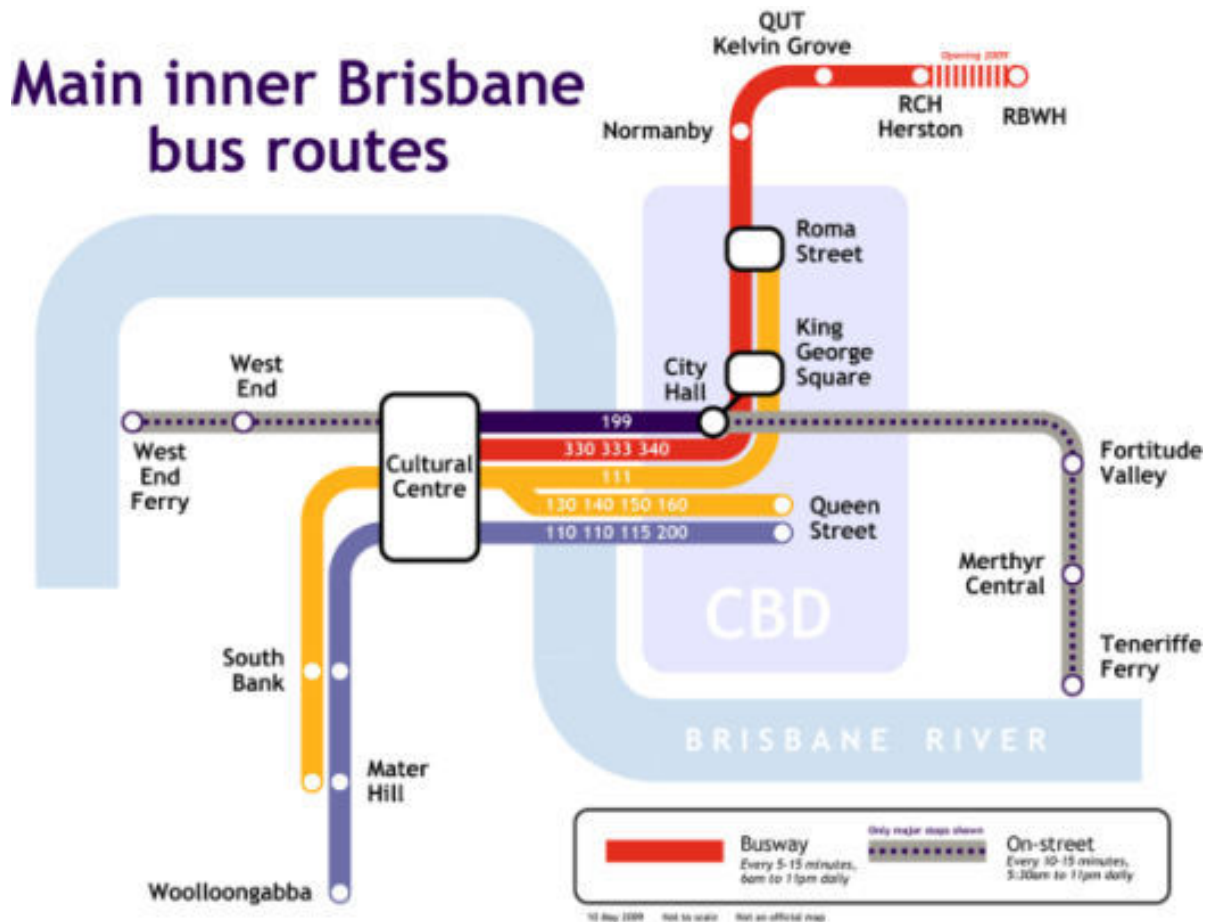
izvor: www.mbt.com

### c) Brisbane ( Australija ) – 2.240.000 stanovnika

Brisbane je zanimljiv primjerak grada gdje neke autobusne linije prometuju na posve izdvojenoj infrastrukturu od ostatka cestovnog prometa, tkz. Bus rapid transit ( BRT). Odvajanje je najčešće izvedeno nadzemno zbog manjih troškova od izgradnje podzemne infrastrukture (slika 14).<sup>10</sup> Ideja projekta je bila napraviti nešto slično gradskoj željeznici, ali jeftiniju i fleksibilniju varijantu. Cijeli sustav je još uvijek poprilično nov i u

<sup>10</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Busways\\_in\\_Brisbane](http://en.wikipedia.org/wiki/Busways_in_Brisbane)

fazi razvijanja te se, na većim autobusnim stajalištima, planiraju izgraditi tkz. biciklistički centri gdje će korisnici biti u mogućnosti uzeti, ili parkirati biciklu i dalje nastaviti autobusom. To je prikaz odlične primjene sustava “park and ride“. Važno je napomenuti podatak da je u vršnim satima, bus rapid transit infrastruktura, opterećena sa 294 autobusa kroz 1h, tj. intervali između vozila na najfrekventnijoj stanici iznose 12 sekundi. Ostale autobusne linije se dijele na tkz. “express“ koje staju samo na određenim stajalištima te “bullet“ koje voze samo od početnog do završnog terminala.<sup>11</sup>



Slika 12. Mreža autobusnih linija u Brisbaneu

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Transport\\_in\\_Brisbane](http://en.wikipedia.org/wiki/Transport_in_Brisbane)

<sup>11</sup> Breakthrough Technologies Institute. “Bus Rapid Transit and Transit Oriented Development: Case Studies on Transit Oriented Development around Bus Rapid Transit Systems in North America and Australia.” April 2008.





*Slika 13. Autobus u Brisbaneu*

*Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Transport\\_in\\_Brisbane](https://en.wikipedia.org/wiki/Transport_in_Brisbane)*



*Slika 14. Autobusna infrastruktura u Brisbaneu*

*Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Busways\\_in\\_Brisbane](https://en.wikipedia.org/wiki/Busways_in_Brisbane)*



*Slika 15. Autobusni terminal u Brisbaneu*

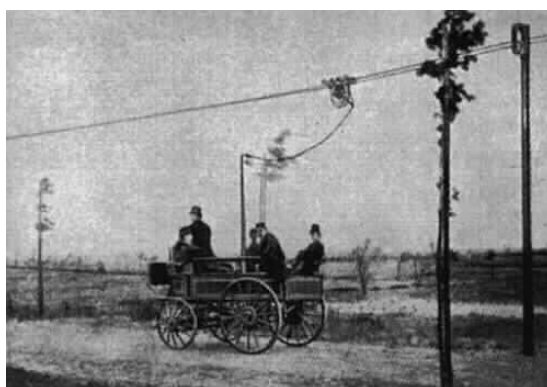
*Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Busways\\_in\\_Brisbane](https://en.wikipedia.org/wiki/Busways_in_Brisbane)*

### 3. TROLEJBUSNI PRIJEVOZ

Prijevoz trolejbusima obavlja se kao ekološki prihvatljiviji oblik od autobusnog prijevoza. Najčešće je opravdanost uvođenja sustava trolejbusa u grad nešto drugačija od autobusa, tj. gradovi su u pravilu veći, sa većim brojem korisnika javnog gradskog prijevoza, kako bi se pokrio trošak kompliciranije infrastrukturne izvedbe od samog autobusnog sustava. Trolejbusi se najčešće koriste kao dodatak i nadopuna tramvajske mreže. Trenutno je takav oblik prijevoza aktivan u 43 države, većinom europskih. Neki od većih gradova koji koriste takav sustav su Beograd, Budimpešta, Kiev, Lyon, Milan, Minsk, Moskva, Vilnius, Atena itd.<sup>12</sup>

#### 3.1 Povijest trolejbusa

Početak trolejbusa datira iz 1882. godine kada dr. Ernest Werner von Siemens prvi put pokreće svoj „električni vagon“ (slika 16) u berlinskom predgrađu. Najveći napredak na polju trolejbusa dogodio se 1901. godine kada Max Schiemann pokreće prvi putnički trolejbus i okolici grada Dresdena pod nazivom „Bielatal system“. U Velikoj Britaniji trolejbusi su vozili do 1911. do 1972. godine. U SAD-u najveći procvat trolejbusnog prijevoza dogodio se 1928. godine kada je većina američkih gradova implementiralo takav sustav. Danas je trolejbus u Sjevernoj Americi rijedak slučaj.<sup>13</sup>



*Slika 16. Prvi trolejbus 1882.g*

*Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Electromote](https://en.wikipedia.org/wiki/Electromote)*

<sup>12</sup>Trolleybus Magazine No. 259, January–February 2005, p. 12, available on : [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_trolleybus\\_systems](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_trolleybus_systems)

<sup>13</sup><http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus>

### 3.2 Tehničko - eksploatacijske značajke trolejbusa

Trolejbus (*eng. trolley-bus*) je električno vozilo za gradski prijevoz putnika, s gumenim kotačima i upravljačem, koje se kreće po putevima bez tračnica (slično autobusu), u stalnoj je električnoj vezi s dvožičnom kontaktnom mrežom preko krovnih oduzimača struje i s ograničenom slobodom bočnog kretanja u odnosu na os kontaktne mreže.

Ovisno o broju osovina, duljini i broju putničkih mjesta, trolejbusi mogu biti izvedeni u dva osnovna oblika :

- Dvoosovinski s jednodijelnom karoserijom duljine 11-12m, koji ima 85-115 putničkih mjesta te troja trokrilna vrata.
- Zglobni troosovinski s dvodijelnom karoserijom duljine 15-18m, koji ima 145 do 180 putničkih mjesta te četvora dvokrilna vrata.



Slika 17. Dvoosovinski trolejbus

Izvor: [www.autobusi.org](http://www.autobusi.org)

Trolejbusi se mogu graditi i izvan tih osnovnih kategorija, kao što su:

- Dvoosovinski s jednodijelnom karoserijom manjih dimenzija, duljine 8,5-10m, sa 60-80 putničkih mjesta
- Dvoosovinski i troosovinski trolejbus na kat s jednodijelnom karoserijom;
- Trolejbus s prikolicom.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2006.g

### 3.3 Prednosti i nedostaci trolejbusa

Trolejbusi su najisplativiji na brdskim rutama tj. usponima jer električni motori su efikasniji od dizelovih kod savladavanja takvih trasa. To je jedan od razloga zašto se koriste u gradovima poput San Francisca i Seattla. Za razliku od motora sa unutarnjim izgaranjem, električni motori imaju bolje ubrzanje i kočione performanse te ekološki su prihvatljiviji jer nemaju štetnih plinova koji se izgaraju pri vožnji konvencionalnog dizel autobusa.<sup>15</sup>



*Slika 18. Trolejbus savladava uspon u San Franciscu*

*Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus](http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus)*

U odnosu na tramvaje, trolejbus prometuje na gumenim kotačima koji imaju bolju adheziju od željeznih kotača i samim time lakše savladavaju nagibe i kočenje. Još jedna od prednosti je u slučaju kvara, trolejbus se može skloniti sa strane, izvan prometne trake, dok vozila na tračnicama to nemogu. Za razliku od autobusa i tramvaja, trolejbusi su skoro nečujni jer nema buke rada motora niti neugodnog zvuka između željeznih kotača i tračnica.

---

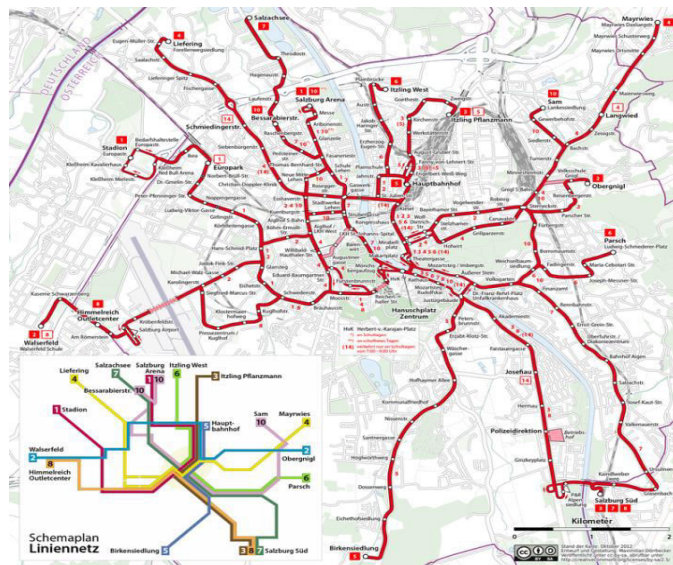
<sup>15</sup><http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus>

Negativne strane trolejbusa se najviše očituju u nemogućnosti preusmjerenja trase, tj. nemaju fleksibilnost koju imaju konvencionalni autobusi. Neki trolejbusni sistemi su bili kritizirani od strane građana zbog ne estetskih žica iznad glave, što najviše dolazi do izražaja na većim križanjima gdje se sijeku različite linije trolejbusa.<sup>16</sup>

### 3.4 Primjeri gradova sa trolejbusnim prijevozom

#### a) Salzburg ( Austrija) – 148.000 stanovnika

Trolejbusni sustav javnog gradskog prijevoza u Salzburgu jedan je od najvećih u zapadnom dijelu Europe koji godišnje preveze preko 38 milijuna putnika. Sustav je počeo sa svojim djelovanjem 1940. godine kada je i u potpunosti zamijenio tadašnji tramvajski prijevoz. Trenutno u gradu prometuje 9 trolejbusnih linija (slika 19) ukupne dužine 147 km koje su integrirane zajedno sa Salzburg S-bahn-om i čine glavni oblik javnog gradskog prijevoza. U budućnosti se planira unaprijediti i proširiti promet trolejbusa te se u njega konstantno ulaže čime je postignuta izrazito kvalitetna usluga prijevoza grada Salzburga.<sup>17</sup>



Slika 19. Trolejbusne linije u Salzburgu

Izvor: [www.mappery.com/map-of/Salzburg-Trolleybus-Map](http://www.mappery.com/map-of/Salzburg-Trolleybus-Map)

<sup>16</sup>Ashley Bruce. "Overhead". Tbus.org.uk. Retrieved 2010-11-29, available on : <http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus>

<sup>17</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses\\_in\\_Salzburg](http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses_in_Salzburg)



## b) Seattle ( SAD ) – 654.000 stanovnika

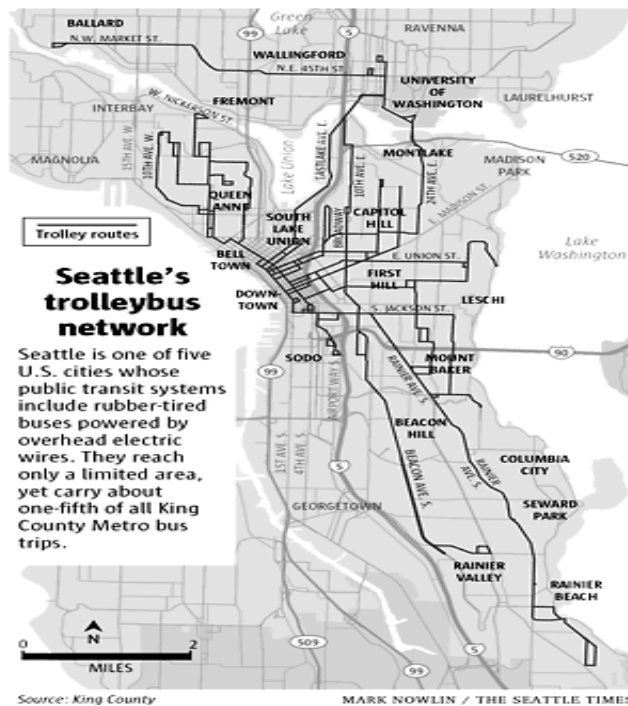
Seattle je, jedan od 5 gradova, nakon San Francisca najveći predstavnik trolejbusnih sustava u Americi. Prijevoz trolejbusima započeo je 1940. godine i traje do dan danas. Odvija se na 15 linija (slika 21) koje obavljaju 159 vozila.<sup>18</sup> Gradom najčešće prometuju zglobni trolejbusi koji su od 2001. do 2003. godine nastali rekonstrukcijom tadašnjih autobusa. Zamjena dizel motora za električni motor i ostale potrebne preinake, uštedile su gradu 200.000 dolara po vozilu. U bliskoj budućnosti planira se obnoviti cijela flota sa najnovijim modelima te tako povećati kvalitetu usluge.



Slika 20. Seattle trolejbus

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus](http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus)

<sup>18</sup>"Seattle City Council OKs new streetcar line". The Seattle Times. 2009-10-07. Retrieved 2009-10-11. Available on : [http://en.wikipedia.org/wiki/Transportation\\_in\\_Seattle](http://en.wikipedia.org/wiki/Transportation_in_Seattle)



Slika 21. Trolejbusna mreža u Seattlu

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses\\_in\\_Seattle](http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses_in_Seattle)

### c) Jinan ( Kina ) - 4.335.000 stanovnika

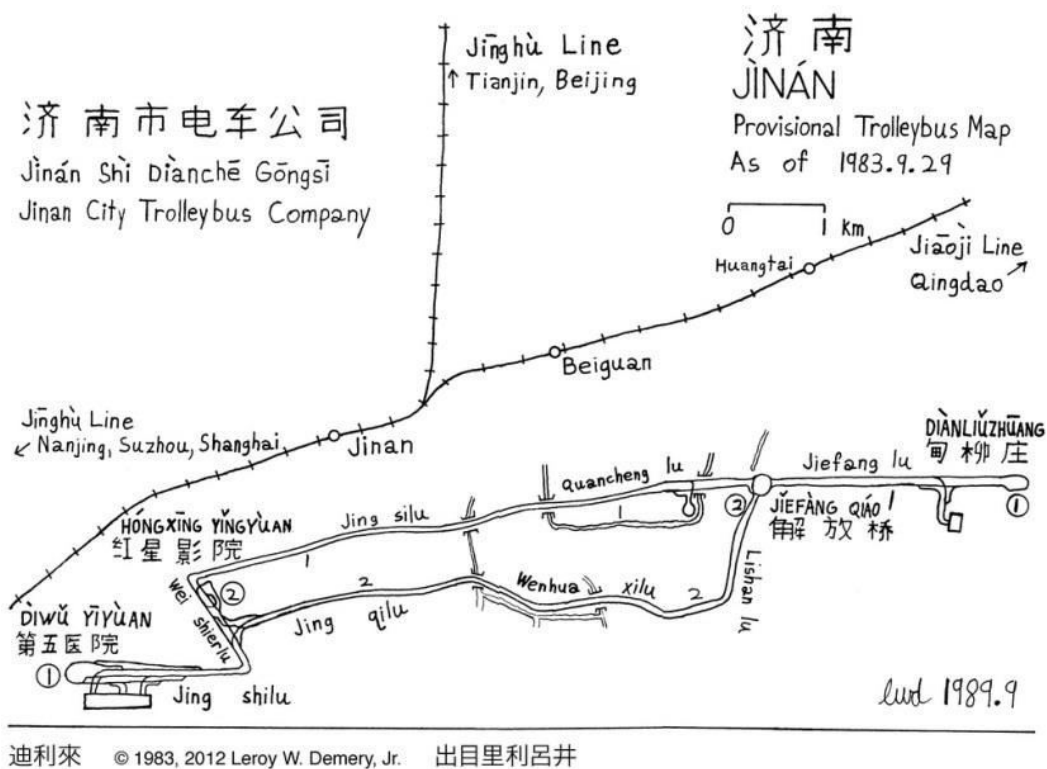
Trolejbusni prijevoz u kineskom gradu Jinanu započeo je sa djelovanjem 1977.godine. Prometuje samo na 4 linije (slika 23) jer najviše korisnika koristi brzu gradsku željeznicu ili ostale oblike javnog prijevoza.<sup>19</sup>



Slika 22. Jinan trolejbus

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses\\_in\\_Jinan](http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses_in_Jinan)

<sup>19</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses\\_in\\_Jinan](http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses_in_Jinan)



Slika 23. Mreža trolejbusnih linija u Jinanu

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses\\_in\\_Jinan](http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses_in_Jinan)

Iz prikazanih primjera trolejbusnih sustava u gradovima vidi se da je to sustav koji ne raste eksponencijalno sa veličinom grada, kao neki ostali sustavi, npr. autobusni, metro ili gradska željeznica. Specifična izvedba i infrastruktura koja se troškom nalazi između autobusa i tramvaja tj. lako- gradske željeznice ukazuje da se veći gradovi najčešće odlučuju na unaprijeđenje sustava u neki od tračničkih oblika prijevoza. Salzburg je jedan od suvremenih primjera grada po „veličini čovijeka“ koji je iskoristio sustav trolejbusa u svim svojim prednostima.



## 4. TRAMVAJSKI PRIJEVOZ

Tramvajski prijevoz se najčešće koristi u gradovima većim od 250.000 stanovnika. Veći grad omogućava i veći broj korisnika koji sam sustav čine efikasnim i donekle isplativim. Infrastruktura je kompliciranija i skuplja od prethodno navedenih autobusa i trolejbusa. Gradovi veličine do 700.000 stanovnika mogu efikasno koristiti tramvajski sustav bez potrebe za implementiranjem lako-gradske željeznice ili metro-a, dok za veće gradove sam tramvajski prijevoz, svojim kapacitetom, brzinom i troškovima, nije dovoljan.

Najveći tramvajski sustavi u svijetu su redom : Melbourne ( duljina mreže 250km), St. Petersburg ( 240km ), Amsterdam ( 213km), Berlin ( 190km ), Moskva ( 181km ), Beč (172km) i Budimpešta ( 157km ).<sup>20</sup>

### 4.1 Povijest tramvaja

Prvi efikasan promet tramvajem sa konjskom vučom započeo je 1832. godine po ideji Johna Masona. Linija je prometovala na relaciji od donjeg Manhatna do Harlema. Iako se smatralo da je konjska vuča samo privremna solucija i da će ih kasnije zamijeniti parni stroj, to se nikada nije dogodilo. Tramvaji s konjskom vučom uvedeni su u New Orleansu 1834., Boston 1855., Philadelphiji 1857. i Pittsburgu 1859. godine.



*Slika 24. Tramvaj na konjsku vuču u Gdanjsku*

*Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Tram](http://en.wikipedia.org/wiki/Tram)*

---

<sup>20</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Tram\\_and\\_light\\_rail\\_transit\\_systems](http://en.wikipedia.org/wiki/Tram_and_light_rail_transit_systems)

U Europi se prvi tramvaji na konjsku vuču počinju javljati 1853. godine u Parizu, a u Engleskoj 1859. godine. U St. Petersburgu pušten je u promet 1863. godine te ostali veći europski gradovi su ih prihvatili do 1869. godine. U Sarajevu je uveden 1885., Osijeku 1886., a u Zagrebu 1891. godine.

Tramvaj na konjsku vuču je predstavljao veliki napredak u odnosu na omnibus. Kako je prometovao po željeznim tračnicama, smanjilo se trenje i dvostruko se povećalo opterećenje koje je konj mogao vući. Prosječna brzina mu je također bila duplo veća od one koje je postizao omnibus.<sup>21</sup>

Prvi električni tramvaj započeo je s prometom 1883. godine. U Brightonu u Engleskoj. U Budimpešti, električni tramvaj postoji od 1887. godine ( slika 25) , u Bukureštu i Beogradu od 1894, a u Sarajevu 1895. U Zagrebu, električni tramvaj pušten je u promet 1910. godine.



*Slika 25. Električni tramvaj u Budimpešti*

*Izvor: en.wikipedia.org/wiki/Tram*

#### **4.2 Tehničko- eksploatacijske značajke tramvaja**

Tramvaj je električno vozilo za prijevoz putnika u javnom gradskom prometu koje se kreće po tračnicama, a napaja se iz kontaktne mreže preko krovnog oduzimača struje ( pantografa ) te zatvara strujni krug preko tračnica koje služe kao povratni vod. Cijeli sustav se najčešće napaja sa 600 V, a postoje i rješenja sa naponom od 750 V.

Tramvajske pruge se uglavnom izvode s dvije širine kolosijeka :

- 1.000 mm – metarski kolosijek

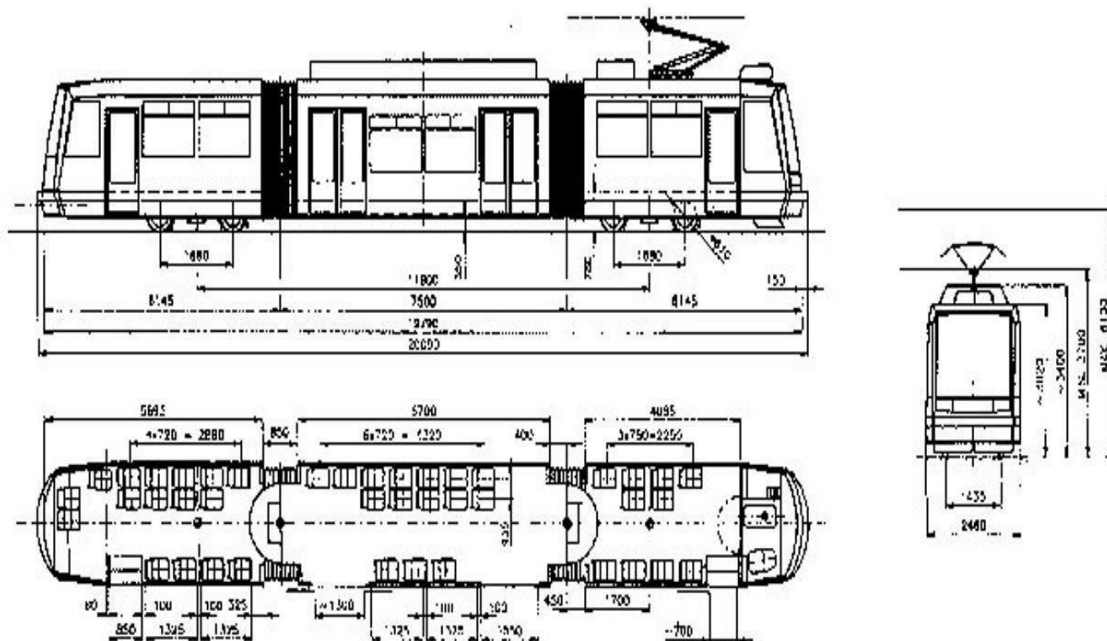
---

<sup>21</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g

- 1.435 mm – normalni kolosijek

Tehničko- eksploatacijske značajke tramvaja ovise o njegovoj izvedbi. Prema karoserijskoj izvedbi, duljini, broju putničkih mjesta i broju osovina tramvaji mogu biti uzvedeni na sljedeće načine<sup>22</sup> :

- Dvoosovinski tramvajski motorni vagon duljine 9-11 m i sa 65- 80 putničkih mjesta.
- Četveroosovinski tramvajski motorni vagon sa dva okretna postolja s jednodijelnom karoserijom duljine 12-14m i sa 110- 120 putničkih mjesta.
- Četveroosovinski tramvajski motorni vagon sa dva okretna postolja s dvodijelnom karoserijom, odnosno sa zglobom, duljine 16-18 m i sa 150- 165 putničkih mjesta.
- Šesteroosovinski tramvajski motorni vagon sa tri okretna postolja i sa trodijelnom karoserijom, odnosno sa dva zgloba, duljine 24- 27 m i sa 200- 245 putničkih mjesta
- Druga specifična rješenja koja se izvode u novije vrijeme.



Slika 15. Četveroosovinski tramvaj Škoda

Izvor: [www.inekon-trams.com/trio\\_low-floor\\_tram\\_tech\\_specs](http://www.inekon-trams.com/trio_low-floor_tram_tech_specs)

<sup>22</sup> Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2006.g

### 4.3 Prednosti i nedostaci tramvaja

Prednosti i nedostatke tramvaja uspoređivati ćemo sa gradskim autobusima i trolejbusima jer koriste otprilike slične međustajališne udaljenosti i operativne brzine. Glavne prednosti tramvaja u odnosu na autobus i trolejbus se odnose na njegov kapacitet. Tramvaj ima skoro do 2 puta veći kapacitet od konvencionalnih autobusa i trolejbusa. Željezni kotači u dodiru sa željeznim tračnicama stvaraju do 7 puta manje sile trenja nego gumeni kotači sa asfaltom, što pridonosi većoj korisnosti pogona i snage. Kao i trolejbusi, tramvaji ne ispuštaju nikakve štetne tvari. Bitna prednost je mogućnost dijeljenja naponske mreže sa trolejbusima preko pantografa. Istraživanja su dokazala da većina građana planira svoj boravak u blizini željezničke tj. tramvajske infrastrukture, jer tramvajska trasa daje dojam stabilnosti u budućnosti za razliku od autobusne koja se može lako ukinuti ili mijenjati. Prometni profil tramvaja je manji od autobusnog, što dovodi do mogućnosti štednje prostora u visoko napućenim gradovima. Zbog konstantne akceleracije ili deceleracije, vožnja tramvajem je ugodnija od autobusne.<sup>23</sup>

Nedostaci tramvaja su veći troškovi infrastrukture od autobusnih ili trolejbusa, iako je vijek trajanja tramvajskog vozila veći od autobusnog. Nedostatak se javlja i kod prometovanja sa ostalim cestovnim prometom, gdje će tramvaj imati češće kašnjenje u voznom redu u slučaju gužve, dok autobus može manevrirati između prepreka. Također, u zavoju, tramvaj stvara veću buku od autobusa i trolejbusa. Tračnice mogu predstavljati problem za bicikliste i motoriste, pogotovo u slučaju kiše, jer postaju veoma skliske. U slučaju kvara, cijela tramvajska linija može biti blokirana, zbog nemogućnosti fleksibilnog preusmjerenja, što uzrokuje velike troškove.<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup>"Why are trams different from buses from Trams for Bath". Bathtram.org. Retrieved 2012-12-08, available on : <https://en.wikipedia.org/wiki/Tram>

<sup>24</sup><http://en.wikipedia.org/wiki/Tram>

## 4.4 Tramvajski sustavi u gradovima

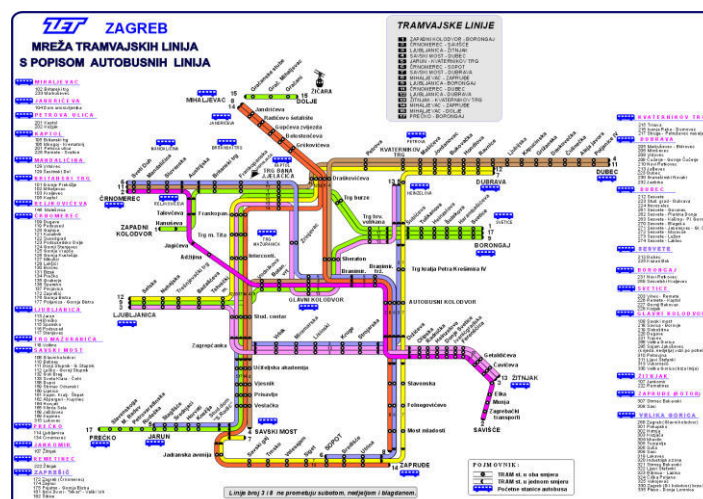
### a) Zagreb – 790.000 stanovnika

Tramvajski promet u Zagrebu uveden je 1891. godine, a tramvajska kola su tada vukli konji. Godine 1910. pušten je u promet električni tramvaj, a u idućih godinu dana konjski tramvaj je ukinut. Danas tramvajsku mrežu čini 116 km pruga, a promet je organiziran u petnaest dnevnih i četiri noćne tramvajske linije (slika 29). O organizaciji tramvajskog prometa brine Zagrebački električni tramvaj (ZET). U gradu Zagrebu, ovaj oblik javnog gradskog prijevoza je primarni i godišnje se njime preveze oko 204.000.000 putnika.<sup>25</sup> Zadnje proširivanje mreže dogodilo se davne 2000. godine.



Slika 16. Zagrebački tramvajski vozni park

Izvor: [hr.wikipedia.org/wiki/Zagrebacki\\_elektricni\\_tramvaj](http://hr.wikipedia.org/wiki/Zagrebacki_elektricni_tramvaj)



Slika 29. Zagrebačka tramvajska mreža

Izvor: [www.tundria.com/trams/HRV/Zagreb-1984](http://www.tundria.com/trams/HRV/Zagreb-1984)

<sup>25</sup> <http://www.zet.hr/tramvaj>

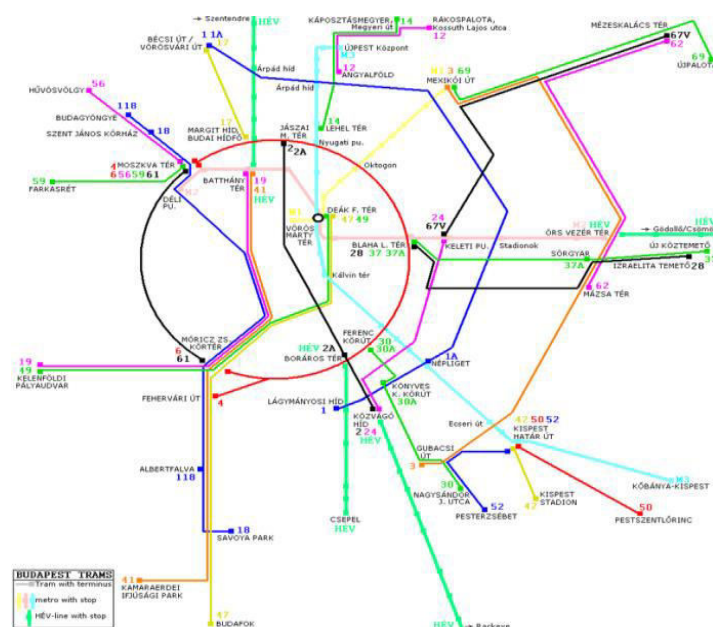
## b) Budimpešta ( Mađarska ) – 1.740.000 stanovnika

Budimpešta ima jedan od najvećih tramvajskih sustava u svijetu i godišnje preveze čak 100 milijuna putnika više od metroa. Duljina tramvajske mreže iznosi 156 km, a promet je organiziran u 26 glavnih i 7 dopunskih linija ( slika 31). Važno je napomenuti da je Budimpešta jedan od rijetkih gradova koji imaju kružnu tramvajsku liniju što ukazuje na činjenicu koliko je sustav razvijen. Za razliku od Zagreba, širina kolosijeka je 1435 mm što omogućava veću širinu vozila i samim time veći kapacitet, komfor, brzinu i stabilnost.<sup>26</sup> U bližoj budućnosti planira se rekonstrukcija i nadogradnja određenih linija.



Slika 30. Combino Supra tramvaj u Budimpešti

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Transport\\_in\\_Bucharest](https://en.wikipedia.org/wiki/Transport_in_Bucharest)



Slika 31. Tramvajska mreža u Budimpešti

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Transport\\_in\\_Bucharest](https://en.wikipedia.org/wiki/Transport_in_Bucharest)

<sup>26</sup>The History of BKV, Part 1 - Development of community transport". BKV Zrt. Retrieved 2013-10-17. Available on : [http://en.wikipedia.org/wiki/Trams\\_in\\_Budapest](http://en.wikipedia.org/wiki/Trams_in_Budapest)

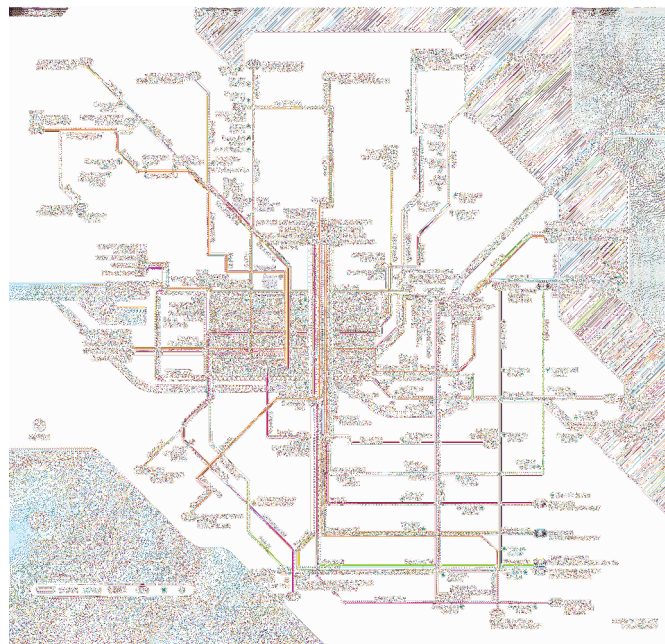
### c) Melbourne ( Australija ) – 4.347.000 stanovnika

Tramvajski javni gradski prijevoz u Melbourneu je jedan od glavnih oblika javnog prijevoza. Sa 250 km ukupne dužine tramvajske mreže, čini ga najvećim tramvajskim sustavom na svijetu. Obavlja se na 29 linija prikazano na slici 33, sa 493 tramvajska vozila. Po korištenosti je odmah iza gradske željeznice i godišnje preveze preko 180 milijuna putnika. Zanimljiv je podatak da postoji 4 križanja u gradu gdje se sijeku tramvaji i gradska željeznica. Vozni park je veoma širok i vozila se klasificiraju po slovima W,Z,A,B,C i D.<sup>27</sup>



Slika 32. Tramvajsko vozilo u Melbourneu

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Trams\\_in\\_Melbourne](http://en.wikipedia.org/wiki/Trams_in_Melbourne)



Slika 33. Mreža tramvajskih linija u Melbourneu

Izvor: [ptv.vic.gov.au/assets/Images/maps/Network-maps/TramNetworkMap-2DL-PTV.gif](http://ptv.vic.gov.au/assets/Images/maps/Network-maps/TramNetworkMap-2DL-PTV.gif)

<sup>27</sup>"Facts & Figures". *Yarra Trams*. Retrieved 13 October 2014. Available on : [http://en.wikipedia.org/wiki/Trams\\_in\\_Melbourne](http://en.wikipedia.org/wiki/Trams_in_Melbourne)



## 5. METRO SUSTAVI

Metro ( franc. metropolitán – pripadanje glavnom gradu ) opći je naziv za električnu podzemnu željeznicu koja služi javnom gradskom prijevozu putnika u velikim gradovima. Smatra se da je donja granica broja stanovnika u nekom gradu za uvođenje metroa između 750.000 i 2 milijuna. Ovakav sustav predstavlja optimalan oblik masovnog prijevoza putnika na srednje- dalekim putovanjima. Prometovanje se odvija na potpuno izdvojenim kolosiječnim trasama koje se ne ukrštaju u razini niti se neposredno dodiruju sa drugim oblicima prometa ili prometnicama. Metro se najčešće opisuje kao podzemno- nadzemni sustav jer je većina infrastrukture izvedena ispod zemlje ili na konstrukcijama uzdignutim iznad ulica. Kapacitet metroa najčešće iznosi 35.000 – 60.000 putnika/h, a međustajališna udaljenost u pravilu iznosi 800- 1500 m.<sup>28</sup>

### 5.1 Povijest metroa

Prva metro linija, duga 5.954 km, sagrađena je 1863. godine u Londonu ( slika 33). Tada se zvala podzemna željeznica. Vlakove su vukle parne lokomotive, a posebni napori ulagali su se na ventilaciju tunela. Prva podzemna željeznica koja je koristila električnu energiju iz treće tračnice sagrađena je 1890. godine također u Londonu.



*Slika 33. Izgradnja podzemne željeznice u Londonu*

*Izvor: en.wikipedia.org/wiki/London\_Underground*

---

<sup>28</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g



Boston je prvi američki grad s podzemnom željeznicom na električni pogon koja je puštena u promet 1897.godine. U New Yorku 1900. počinje izgradnja podzemnih sustava da bi 1904.godine počela prometovati linija kojom se tijekom prve godine dnevno prevozilo 400.000 putnika uz cijenu karte od 5 centa.

Godine 1902. u Berlinu počinje prometovati podzemna željeznica pod nazivom U-bahn, u Hamburgu 1912., u Madridu 1919., u Barceloni 1924. i u Stockholmu 1933. godine.<sup>29</sup>



*Slika 17. Berlinska U-Bahn stanica*

*Izvor: de.wikipedia.org/wiki/U-Bahn\_Berlin*

Jedna od najpoznatijih svijetkih podzemnih željeznica je u Moskvi, gdje je prva linija puštena u promet 1935. godine. Za razliku od Londona, Moskovski metro građen je na većoj dubini te je služio kao zaštita od zračnih napada tijekom Drugog svjetskog rata. Danas podzemna željeznica u Moskvi prevozi najviše putnika, a na drugom mjestu je Tokyo.<sup>30</sup>

---

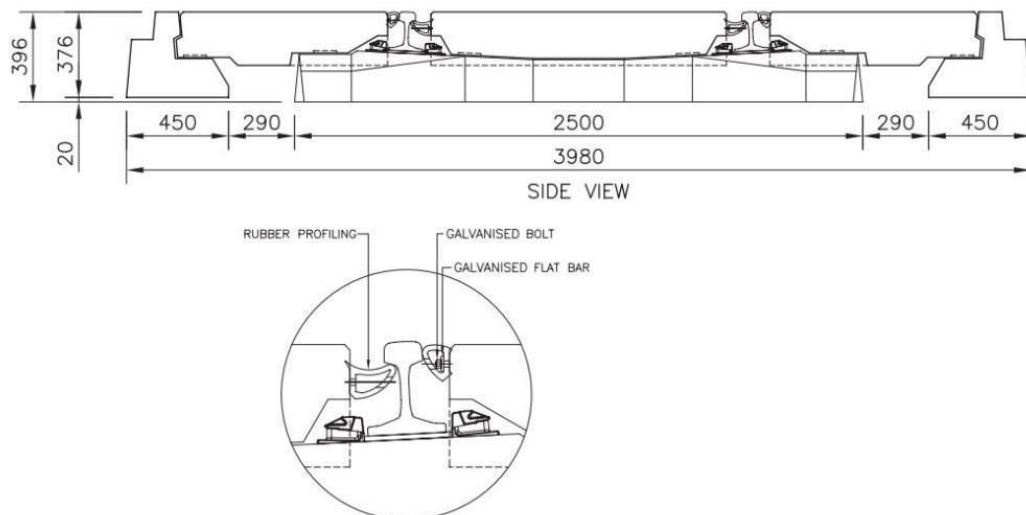
<sup>29</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g

<sup>30</sup> "Lines and stations". *Moscow Metro website*. Retrieved 2015-01-22. Available on : [http://en.wikipedia.org/wiki/Moscow\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Moscow_Metro)

## 5.2 Značajke metro sustava

Značajke metroa ovise o specifičnim uvjetima svakoga grada, odabranim tehničkim rješenjima za građevinske objekte, izboru vozila i stabilnih postrojenja električne vuče te organizaciji prijevoza. Kao zajedničke značajke možemo navesti sljedeće :<sup>31</sup>

- Širina kolosijeka je normalna, tj. 1.435 mm ( slika 26.);
- Širina vozila iznosi 2.400 – 2500. Mm
- Najveći usponi pruge su do 40 %, a za vozila sa gumenim kotačima ( Pariz ) 65 %
- Visina treće ( kontaktne ) tračnice iznad gornjeg ruba tračnice kolosijeka iznosi 120- 180 mm, a osni razmak od bliže tračnice 330- 350 mm;
- Najmanji polumijeri zavoja su 75 – 120 m ;
- Širina kolosiječnih tunela na ravnim djelovima iznosi 6.75 – 7.60 m, a na postajama 13.5 – 14.5 m ;
- Najmanja visina četvrtastih tunela od gornjeg ruba tračnice iznosi 3500 mm, a elipsastih 4500 mm;
- Visina perona iznad gornjeg ruba tračnice je 850 – 1.100 mm;
- Duljina perona iznosi 120 – 150 m;
- Međustajališta udaljenost varira od 800 – 1500 m



Slika 35. Presjek normalnog kolosijeka, 1435 mm

Izvor: [www.prometna-zona.com/zeljeznicki-infrastruktura-001tracnice.php](http://www.prometna-zona.com/zeljeznicki-infrastruktura-001tracnice.php)

<sup>31</sup> Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2006.g

### 5.3 Tehničko – eksplotacijske značajke metroa

Metro vozila su tračnička vozila specijalno konstruirana i prilagođena za masovni prijevoz putnika u gradskom i prigradskom prometu. Kompozicija metroa sastoji se od više vozila, najčešće do 6, a iznimno do 9, koja su uglavnom motorna, a mogu biti i prikolice. Vozila u pravilu imaju 4 dvokrilna vrata za bržu izmjenu putnika, a kapacitet se povećava većim udjelom stajaćih mjesta za putnike. Visina poda i visina perona moraju biti u ravnini da bi se omogućio nesmetani ulazak i izlazak putnika.

Kapacitet pojedinih vozila je oko 160 putničkih mjesta, a masa iznosi oko 25 – 27 tona. Najčešći sastav kompozicije je sa šest vozila, od kojih su dvije prikolice u sredini kompozicije, a ukupan broj putničkih mjesta iznosi oko 980.

Najveće brzine vožnje kod metroa iznose 60 – 80 km/h. Napajanje se obavlja istosmjernom strujom i najčešće je izvedeno preko treće tračnice kada je napon 750 V, ili preko zračnog kontaktnog voda kada je napon 1500 V ( regionalni metro ).<sup>32</sup>



Slika 18. Metro vozilo u Stockholmu

Izvor: [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com)

---

<sup>32</sup> Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2006.g

## 5.4 Gradovi sa metro sustavima

### a) Copenhagen ( Danska ) – 569.000 stanovnika

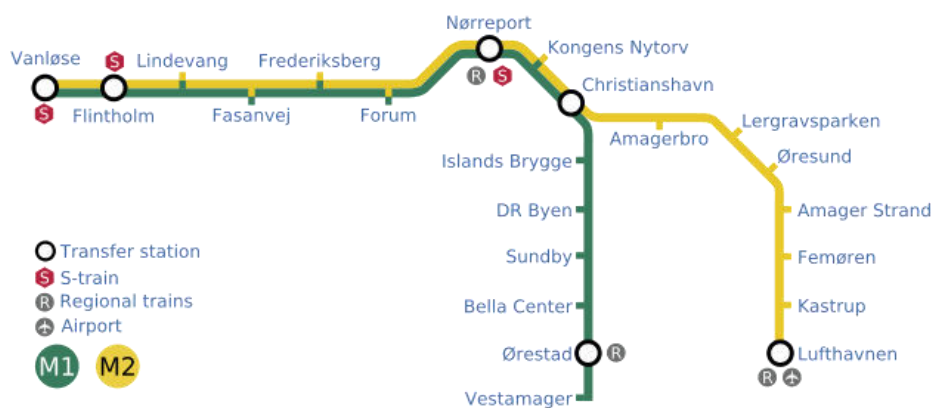
Metro sustav u Copenhagenu započeo je s radom 2002.godine. Prometuje na 2 linije M1 i M2, ukupne dužine 20.4 km (slika 38). Na mreži se nalaze 22 stajališta i godišnje se preveze 55 milijona putnika. Vozni park se sastoji od 34 vlaka, tj. kompozicija koje imaju 3 vagona. Sustav prometuje 24 sata dnevno u intervalima između 2 i 20 min.



Slika 37. Metro vozilo u Copenhagenu

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Copenhagen\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Copenhagen_Metro)

Planiranje metro sustava u Copenhagenu započelo je 1992., a izgradnja je započela 1996.godine.<sup>33</sup> Trenutno je u izgradnji prstenasta linija M3 i M4 koja se planira otvoriti 2018. godine.



Slika 19. Mreža metro linija u Copenhagenu

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Copenhagen\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Copenhagen_Metro)

<sup>33</sup>Metroselskabet 22 November 2006. Retrieved 9 April 2014. Available on : [en.wikipedia.org/wiki/Copenhagen\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Copenhagen_Metro)

## b) Baku ( Azerbaijan ) - 4.484.000 stanovnika

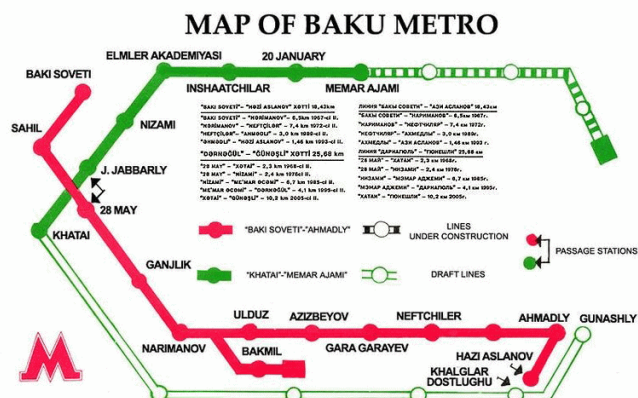
Metro sustav u Baku započeo je s radom 1967.g još u vrijeme Sovjetskog Saveza te ima specifične karakteristike tadašnjih sovjetskih sustava. Trase su duboko pod zemljom kao i stajališta koja su ukrašena prekrasnim mozaicima i ornamentima kako bi se pokazala raskoš tadašnjeg razdoblja.



Slika 20. Unutrašnjost Baku metroa

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Baku\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Baku_Metro)

Sustav prometuje u 2 linije ukupne dužine 34 km sa 23 stajališta (slika 40). Godišnje preveze u prosijeku 203 milijuna putnika ( podaci iz 2013.g ). Vozni park se sastoji od 228 vozila, a kolosijek je ruskog standarda od 1.520 mm. Do 2040. godine planira se konstruirati još 70 stajališta koja će opsluživati novi autobusni terminal te Heydar Alyev-u zračnu luku.<sup>34</sup>



Slika 21. Mreža sadašnjih i planiranih linija Baku metroa

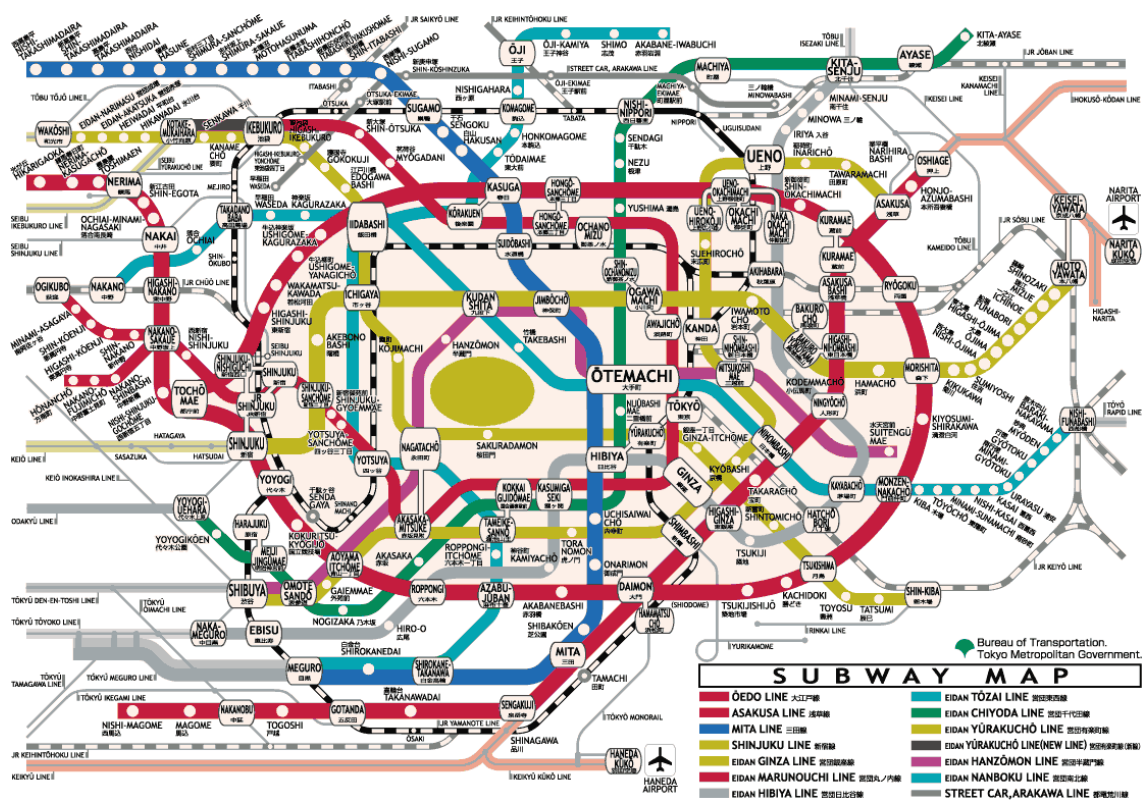
Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Baku\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Baku_Metro)

<sup>34</sup>Baku Metro - History". Bakı Metropoliteni. Retrieved 2013-09-16. Available on: [http://en.wikipedia.org/wiki/Baku\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Baku_Metro)



### c) Tokyo Metropolis ( Japan ) – 32.542.000 stanovnika

U Tokyo konurbaciji postoje 2 metro sustava pod nazivom „Tokyo Metro“ i „Tokyo Metropolitan Bureau of Transportation“ zvan „ Toei Subway“. Ta dva sustava su potpuno odvojena jedan od drugog i sadrže posebne tarife i karte. Ukoliko putnici žele presjedati sa jednog sistema na drugi, moraju kupiti posebnu kartu. Postoji samo jedno stajalište gdje se križaju linije oba sustava gdje putnici mogu presijedati bez dodatne naplate.



Slika 41. Mreža linija Tokyo metro sustava

Izvor: [en.wikipedia.org/wiki/Tokyo\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Tokyo_Metro)

„Tokyo Metro“ ima veći dnevni ( 6.44 milijuna ) i godišnji prijevoz putnika i sastoji se od 9 linija ukupne dužine od 191 km sa 179 stajališta. Trase se sastoje od standardnih kolosijeka širine 1.435 mm i od kolosijeka širine 1.067 mm.<sup>35</sup> „Toei Subway“ je započeo sa prometom 1960. godine. Sustav se sastoji od 4 linije ukupne dužine 109 km sa 106 stajališta i dnevno preveze 2.37 milijona putnika.<sup>36</sup> Prikaz svih metro linija vidljivo je na slici 41.

<sup>35</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Toei\\_Subway#Toei\\_Subway](http://en.wikipedia.org/wiki/Toei_Subway#Toei_Subway)

<sup>36</sup>Tokyo Metro Co., Ltd. Retrieved 2014-06-07, available on : [http://en.wikipedia.org/wiki/Tokyo\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Tokyo_Metro)



*Slika 22. Stajalište sa automatiziranim vratima za izmjenu putnika u vozilima*

*Izvor: en.wikipedia.org/wiki/Tokyo\_Metro*

Kao što je i uobičajeno u Tokyu, oba sustava su za vrijeme vršnih sati preopterećena putnicima te postoji posebna služba koja se bavi naguravanjem ljudi u vozila da bi se vrata mogla zatvoriti. Na određenim metro linijama, prometuju vozila čiji su prednji i zadnji vagon rezervirani samo za žene.



*Slika 43. Znak koji obavještava da je dio perona samo za žene*

*Izvor: en.wikipedia.org/wiki/Tokyo\_Metro*

## 6. SUSTAV PRIJEVOZA ŽIČARAMA I USPINJAČAMA

Žičara je vrsta prijevoznog sredstva s kabinama ili otvorenim sjedalima koje vuku žičani konopci.<sup>37</sup>

Uspinjače su vrste žičara koje se sastoje od jednog para vozila u obliku manjih tramvajskih vagona koja su spojena kabelom i pomoću tračnica se kreću gore i dolje po izrazito strmim terenima. Vozila koja se spuštaju i dižu kontra-balansiraju jedno drugo te se tako štedi energija koja je potrebna pri njihovom pokretanju. Uspinjače se koriste na mjestima gdje je potrebno efikasno povezati dva odredišta koja su ostalim oblikom prijevoza nedostupna.



*Slika 44. Zagrebačka uspinjača*

*Izvor: [www.zet.hr](http://www.zet.hr)*

### 6.1 Viseća žičara

Žičara kod koje su vozila ovješena o jedno ili više užadi zove se viseća žičara. Pojam viseće žičare neovisan je o načinu pomicanja užadi, funkcije užadi, načina priključivanja vozila na užu i vrsti vozila, a prema tipu vozila dijeli se na kabinske žičare i sedežnice. Viseća žičara dijeli se na žičare s povratnim tokom i žičare s kružnim tokom. Žičara s

---

<sup>37</sup><http://hr.wikipedia.org/wiki/zicara>



kružnim tokom je žičara kod koje se vozila kreću na način da se pomiču uvijek u istom smjeru duž svoje trase. Pričvršćivanje vozila na uža može se izvesti pomoću trajnih ili odvojivih stezaljki. Žičara s povratnim tokom je žičara kod koje se vozila između postaja kreću na način da se pomiču naprijed i nazad. Ove su žičare obično opremljene s dva zatvorena vozila ili grupama vozila trajno spojenih za vučno uža.



*Slika 23. Viseća žičara*

*Izvor: en.wikipedia.org/wiki/Cable\_car*

## **6.2 Žičare za prijevoz u gradovima**

Nekoliko gradova u svijetu poput Londona, New Yorka i Bolcana u Italiji, uspjeli su da zaobiđu pojedine probleme u prometu zahvaljujući ovom vidu „zračnog“ prijevoza, dok drugi kao Toulouse u Francuskoj planiraju da ga uskoro uvedu. Odlazak na posao ili u školu mogao bi u budućnosti da se, umjesto autobusom ili podzemnom železnicom, obavlja "preletanjem" grada u kabini žičare.

Do sada se žičara gotovo isključivo promatrala kao vid transporta za turiste u planinama. Nitko se za nju nije naročito interesirao u urbanim sredinama, a posebno je pogodna za gradove sa uzvišenjima.

Oni koji se zalažu za njeno uvođenje kao dodatno prevozno sredstvo u gradovima ističu da se žičara lako postavlja, daleko je jeftinija od tramvaja, brza i znatnog kapaciteta, a troškovi njenog održavanja prilično niski.<sup>38</sup>

---

<sup>38</sup><http://www.novosti.rs/vesti/naslovna/aktuelno.288.html:400624-Zicara---gradsko-prevozno-sredstvo-buducnosti>

## 7. USPOREDBE RAZLIČITIH NAČINA JAVNOG GRADSKOG PRIJEVOZA

Usporedbe različitih tehnologija javnog gradskog prijevoza možemo vršiti na temelju nekoliko elemenata, a ti elementu su :

- **Troškovi** – prikazuju koliko se za određeni oblik prijevoza treba uložiti da bi on bio efikasan, tj. omjer danog i dobivenog.
- **Kapacitet tj. prijevozna moć** – prikazuje broj putnika koji mogu biti prevezeni u promatranoj jedinici vremena koristeći trenutnu infrastrukturu u realnim uvjetima. Razlika između kapaciteta i prijevozne moći je ta što kapacitet prikazuje broj putnika koje stane u vozilo, dok je u prijevoznu moć uvedeno u obzir interval između promatranih vozila kroz jedinicu vremena.
- **Prometna brzina** – prosječna brzina kojom vozila promatranog oblika prijevoza mogu obavljati prijevoz.
- **Međustajališna udaljenost** – udaljenost između stajališta za izmjenu putnika duž trase na kojoj prometuje promatrano vozilo.

### 7.1 Troškovi različitih oblika javnog gradskog prijevoza

Sa ekonomskog aspekta primjene pojedinih vrsta vozila za javni gradski prijevoz moraju opravdati sve troškove koji utječu na ukupne godišnje troškove po prevezenom putniku i pređenom putu, a ti troškovi su :

- **Pogonski troškovi** – čine troškove energije, radnog osoblja i održavanja. Takvi troškovi su promjenjivi, odnosno vezani su za broj prevezenih putnika i prijednom putu;
- **Troškovi investicijskih ulaganja** – predstavljaju fiksne troškove, tj. uključuju troškove nabavke vozila, elektrifikacije trasa, izgradnju potrebne infrastrukture i postrojenja za održavanje iste.<sup>39</sup>

Usporedba načina prijevoza na osnovi potrošnje energije po putniku/km dijeli se u četiri razine :

---

<sup>39</sup> Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2006.g

- 1) **Intenzitet energije** - najpopularnija mjera energetske uporabe, a izračunava se dijeljenjem pogonske energije po vozilu/km s prosječnim brojem putnika po vozilu.
- 2) **Energija cijelom duljinom linije ( line-haul)** – čini je energija potrebna za rad infrastrukture i njezino održavanje, te održavanje i proizvodnju vozila.
- 3) **Modalna energija** – to je energija koja se koristi za pristup načinu prijevoza (park and ride sustav, vožnja automobilom do željezničke postaje ).
- 4) **Programska energija** – uspoređuje modalnu energiju s energijom koja je potrošena korištenjem automobila od ishodišta do do odredišta. <sup>40</sup>

Tablica 1. Potrošnja energije prema načinu putovanja.

NAČIN PUTOVANJA	POSTOTAK POTROŠNJE ENERGIJE
Vozni park kombija	4,49
Autobus	5,68
Teška željeznica	7,39
Laka željeznica	9,38
Automobilski vozni park	10,11
Nova teška željeznica	12,20
Automobil	18,82
Vožnja po narudžbi	31,93
<b>UKUPNO</b>	<b>100,00</b>

Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa II, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2010.g

Modalna energija je najbolja osnova za usporedbu izravne potrošnje energije raznih načina putovanja po putniku/ kilometru, a prezentirana je u tablici 1. Ona uključuje svu energiju za putovanje od vrata do vrata. Najmanju potrošnju energije ima vozni park kombija zbog visokog koeficijenta iskorištenja mjesta. Taj način prijevoza najviše dolazi do izražaja kada nekoliko osoba živi u blizini i rade na istom mjestu i kada su udaljenosti prometovanja velike.

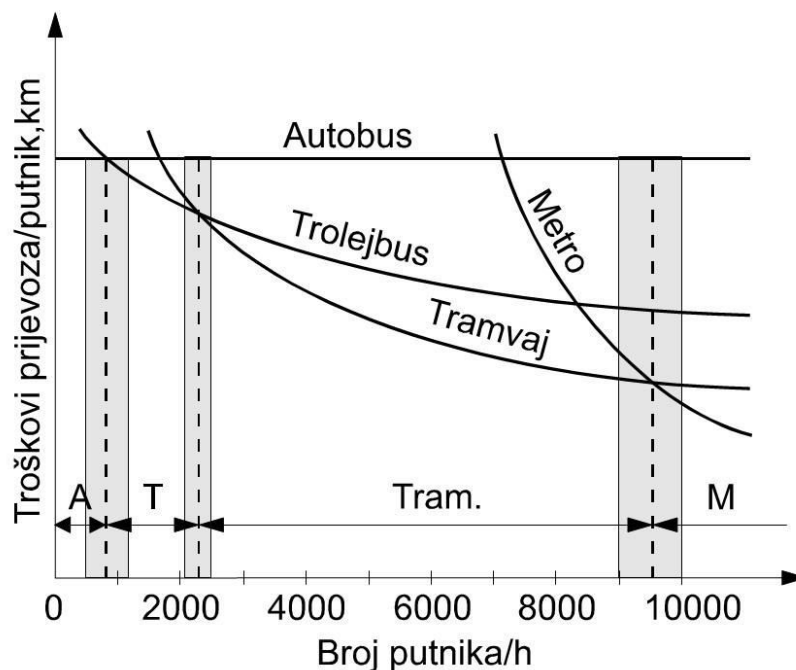
Vožnja po narudžbi, ima visok postotak potrošnje energije, jer je nizak koeficijent iskorištenja mjesta. Ne preporuča se kao način uštede energije iako je korisna kao usluga starijim i nemoćnim osobama.

<sup>40</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa II, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2010.g

U tablici 1. vidljivo je da je autobus manji potrošač energije u odnosu na sve oblike željeznica zato jer je znatna potrošnja energije u izgradnji i održavanju željezničke infrastrukture.<sup>41</sup>

Svedu li se pogonski troškovi i troškovi infesticijskih ulaganja na jednog prevezenog putnika i jedan prijeđeni kilometar, dobivaju se jedinični troškovi.

Ovisnost jediničnih troškova o broju prevezenih putnika po satu za pojedine vrste vozila u priližnim granicama prikazanih na slici 46.



Slika 46. Opcije primjene pojedinih vrsta vozila

izvor:Zavada, J.:Vozila za javni gradski prijevoz

Primjena autobusa ( A ) ekonomski je opravdana za prijevoz 500 – 1.200 putnika po satu. Za veći broj putnika, 2.100 – 2.500 ekonomski je opravdana primjena trolejbusa (T). Za još veći broj putnika postaje ekonomski opravdana primjena tramvaja. Kod isplativosti korištenja metroa granice mogu jako varirati, a ovise o cijeni trase, složenosti na kojoj se metro uvodi. Prosječno to iznosi između 9.000 – 10.000 putnika po satu.<sup>42</sup>

<sup>41</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa II, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2010.g

<sup>42</sup> Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2006.g

## **7.2 Kapacitet i prijevozna moć**

Jasno je da se pojedina vozila razlikuju i po kapacitetu i prijevoznoj moći , odnosno broju putnika prevezenih u jednom satu. U realnim uvjetima sa prosječnim korištenjem i uobičajenim slijedom vozila, pojedinim vozilima se mogu ostvariti sljedeći brojevi prevezenih putnika po satu.<sup>43</sup>

### **Autobus i trolejbus ( prijevozna moć )**

- S jednodijelnom karoserijom, 2.500 – 3.500 putnika /h
- S dvodijelnom karoserijom, 4000 – 4.500 putnika / h

### **Autobus i trolejbus ( kapacitet )**

- S jednodijelnom karoserijom, 85 – 115 putnika
- S dvodijelnom karoserijom, 145 – 180 putnika

### **Tramvaj ( prijevozna moć )**

- Četveroosovinski motorni vagon, 5.000- 7.000 putnika / h
- Četveroosovinski motorni vagon s prikolicom, 6.000 – 7.500 putnika / h
- S dvodijelnom karoserijom, 8.000 – 10.000 putnika / h
- S trodijelnom karoserijom, 11.000 – 14.000 putnika / h

### **Tramvaj ( kapacitet )**

- Četveroosovinski motorni vagon , 65 - 80 putnika
- Četveroosovinski motorni vagon s prikolicom, 110 – 120 putnika
- S dvodijelnom karoserijom, 150 – 165 putnika
- S trodijelnom karoserijom , 190 – 205 putnika

### **Metro ( prijevozna moć )**

- Standardna kompozicija od 6 vagona, 45.000 – 60.000 putnika / h

---

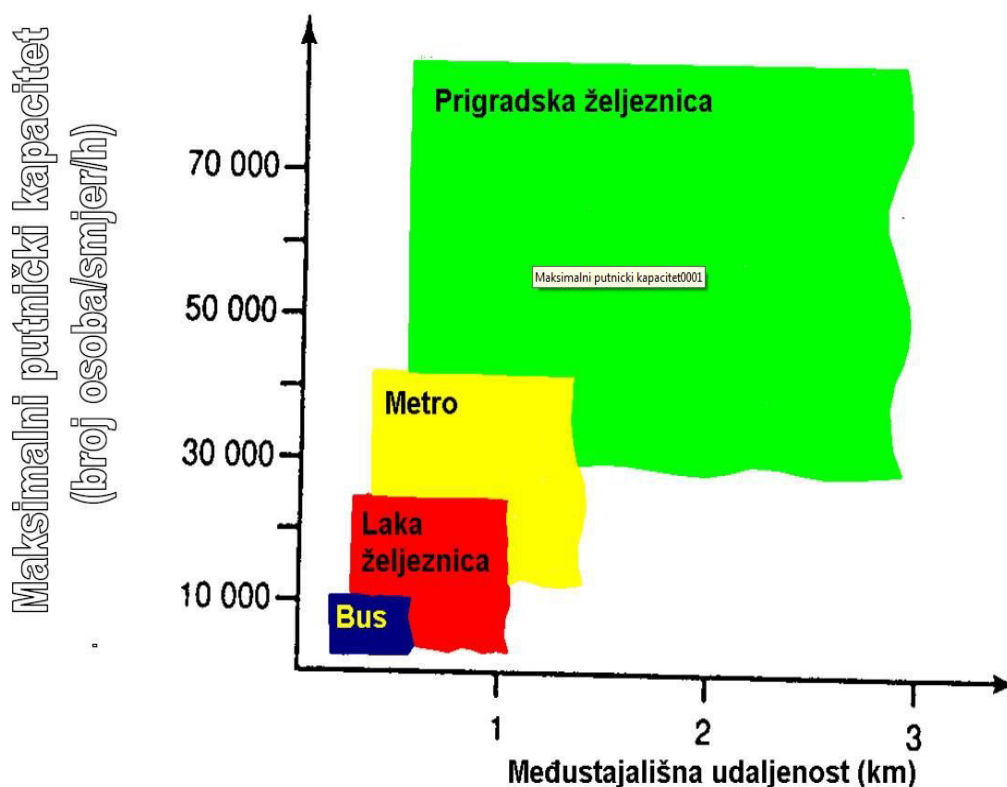
<sup>43</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g

## Metro ( kapacitet )

- Standardna kompozicija od 6 vagona , 950 putnika.

**Regionalna željeznica** ima prijevoznu moć oko 100.000 putnika po satu, a kapacitet joj varira ovisno i broju vagona koje vozilo sadrži.

Na slici 47. prikazan je graf na kojem se vidi odnos između autobusa, lake željeznice, metro sustava i prigradske željeznice u svrhi maksimalne prijevozne moći i međustajalište udaljenosti. U kategoriju autobusa, koja je na slici namjanje rangirana, možemo uvrstiti i trolejbus jer im se prijevozna moć i kapacitet ne razlikuju, kao i stajališne udaljenosti. Na slici je vidljivo da je prigradska željeznica uvelike u prednosti između ostalih oblika JGP-a što se tiče kapaciteta i prijevozne moći.



Slika 47. Maksimalna putnička prijevozna moć različitih načina prijevoza

Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g



### 7.3 Prometna brzina

Brzina odvijanja prometa najčešće se izražava prometnom brzinom. Ona predstavlja prosječnu brzinu vozila, odnosno omjer između duljine razmaka među dvama stajališta i vremena proteklog da se pređe ta duljina.<sup>44</sup> Uključuje usporenje, stajanje na stajalištima i ubrzanje.

Prometna brzina pojedinih vozila može uvelike ovisiti o načinu izvođenja infrastrukture na kojoj prometuje, kao i o općenitoj prometnoj situaciji okoline tako da je u vršnim satima prometna brzina najmanja. Vozila koja prometuju na izdvojenim prometnicama od ostalog prometa imaju veću prometnu brzinu od vozila koja se miješaju sa ostalim prometom.

Prometna brzina je također uvjetovana međustajališnom udaljenosti na određenoj trasi. Što je međustajališna udaljenost veća to je i prometna brzina veća, isto vrijedi za obrnutu situaciju.

Autobusi, trolejbusi i tramvaji koji se kreću sa ostalim cestovnim prometom i sa prosječnom međustajališnom udaljenosti ostvaruju prometnu brzinu između 15 - 20 km/h. U slučaju da su trase na kojima prometuju izdvojene, npr. autobusni prijevoz u Brisbaneu, onda prometna brzina može doseći do 30 km/h.

Metro prijevoz sa prosječnom međustajališnom udaljenosti od 1.200 m mogu ostvariti prometnu brzinu od 35 do 50 km/h. Metro, od svih ostalih oblika javnog gradskog prijevoza ( osim gradske željeznice ) ima najveću prometnu brzinu, upravo zbog potpuno odvojene trase i velikom međustajališnom udaljenosti.

---

<sup>44</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g

## 7.4 Međustajališna udaljenost

Planiranje stajališta javnog gradskog prijevoza se suočava s dilemama:

- Kraći razmaci između stajališta rezultiraju boljom pokrivenošću područja i time lakšom pristupačnošću za veći broj potencijalnih putnika.
- Istovremeno, kratki razmaci izazivaju manje prijevozne brzine i moguće veće zahtjeve glede voznog parka, kao i veće troškove izgradnje i održavanja stajališta.

Dulji razmaci rezultiraju suprotnostima:

- Postiže se veća prometna brzina
- Gubi se profit jer prijevozna sredstva ne opslužuju stajališta te se gubi dio potencijalnih putnika.<sup>45</sup>

Međustajališna udaljenost se određuje tako da se promatra cijela linija, broj putnika koji ulaze i izlaze, kao i raspodjela protoka putnika duž linije.<sup>46</sup> U praksi se koriste neke empirijske vrijednosti za određivanje međustajališne udaljenosti u ovisnosti:

- **o brzini prijevoznog sredstva** (tablica 2):

Autobus, trolejbus i tramvaj prometuju brzinama od 15 – 23 km/h i međustajališna udaljenost iznosi od 250 do 500 m.

Metro prometuje brzinom od 35 do 50 km/h i međustajališna udaljenost je od 1.000 do 1.500 m.

Tablica 2. Prikaz odnosa između prometne brzine i međustajališne udaljenosti.

Prijevozno sredstvo	Brzina u km/h	Međustajališna udaljenost
Autobus, trolejbus, tramvaj	16-23	250 - 550 m
Denivelirani tramvaj, autobus	21-23	600 - 1500 m
Metro	25-35	1000 - 1500 m
Gradska, prigradska željeznica	40-50	2500 - 3500 m

Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g

<sup>45</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa II, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2010.g

<sup>46</sup> Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g

- **o gustoći naseljenosti** (tablica 3):

U središtu grada, neovisno o obliku prijevoza, međustajališna udaljenost u prosjeku iznosi od 250 do 550 m.

U perifernoj zoni iznosi od 500 – 750 m.

U predgrađu iznosi od 600 do 1500 m.

Tablica 3. Prikaz udaljenosti između stajališta ovisno o gustoći naseljenosti.

Područje prometovanja	Međustajališna udaljenost
Središte grada	250 – 550 m
Periferna zona	500 – 750 m
Prigradska zona	600 – 1500 m

Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g

- **o prosječnoj duljini putovanja putnika** (tablica 4):

Ovisno o udaljenosti koju putnik prijeđe u svojem putovanju, međustajališna udaljenost se određuje na temelju podataka prikazanih u tablici 4. Vidljivo je da što je veća udaljenost putovanja putnika to je optimalnije da međustajališna udaljenost bude veća kako bi se povećala prometna brzina i smanjili troškovi na samoj liniji.

Tablica 4. Prikaz udaljenosti između stajališta ovisno o duljini putovanja.

Lprp (km)	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
Li (m)	300- 350	350 - 400	400 - 450	450 - 500	500 - 530	530 - 550

Izvor: Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g

## 8. ZAKLJUČAK

Za normalno funkcioniranje života u gradovima veliko značenje ima javni gradski promet. Njegovu ulogu je nemoguće zamijeniti zbog masovnih prijevoznih potreba građana. Kako društvo, gledano sa globalnog aspekta napreduje, tako se povećavaju potrebe za mobilnosti, a samim time i neovisnost prema određenom prijevoznom sredstvu. Javni gradski prijevoz u svim većim gradovima u većini zadovoljava više od 50 posto svih putovanja građana. U njegove sustave uložena su vrlo velika sredstva i svako planiranje grada nezamislivo je bez tog segmenta. U ovom radu prikazano je kako veličina i struktura grada utječu na njegovo raspolaganje javnim gradskim prometom, odnosno kako efektivnost različitih oblika prijevoza varira od njegove operative sredine. Topografija i plan mreža ulica grada, uz njegov raspolagajući kapital, su značajni čimbenici u određivanju optimalnog sustava javnog gradskog prijevoza.

Gradovi sa manjim brojem stanovnika raspolažu manjim finansijskim sredstvima kojima bi bili u mogućnosti izgraditi i pokrenuti određeni sustav prijevoza, ali među populacijom manjih gradova, potreba za javnim prijevozom se smanjuje jer se većina putovanja obavlja osobnim automobilom ili nekim oblikom nemotoriziranog prometa. Preciznim analizama moguće je odrediti, ovisno o situaciji, najbolje rješenje.

Skuplji i kompleksniji sustavi poput metroa imaju velike jedinične troškove i veću međustajališnu udaljenost, pa su isplativi samo u velikim i gusto naseljenim područjima jer jedino tamo se mogu maksimalno iskoristiti prijevozni kapaciteti koje takvi sustavi pružaju. Tramvaji, trolejbusi ili metro sustavi, osim same prijevozne aktivnosti mogu obavljati i reklamne funkcije te većina metropola su specifične i prepoznatljive zbog jedinstvenih rješenja u javnom gradskom prijevozu.

Iako veličina i struktura grada uvelike utječu na učinkovitost javnog prijevoza, postoji široki spektar oblika gradskog prometa koji, ako su adekvatno projektirani i organizirani, mogu efikasno opsluživati sredinu u kojoj djeluju pa čak i promijeniti prijevozne navike građana.

## LITERATURA

- [1] Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa I, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g
- [2] Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2006.g
- [3] Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa II, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, Zagreb, 2008.g
- [4] Vasilj, A.: Grad i promet, Aleksandra Vasilj, Osijek, 2006.g
- [5] Marić, V., Županović, I.: „Javni gradski putnički promet“, Suvremeni promet br.17, 1997.g
- [6] Breakthrough Technologies Institute. "Bus Rapid Transit and Transit Oriented Development: Case Studies on Transit Oriented Development around Bus Rapid Transit Systems in North America and Australia." April 2008.
- [7] Trolleybus Magazine No. 259, January–February 2005, p. 12, available on : [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_trolleybus\\_systems](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_trolleybus_systems)
- [8] Ashley Bruce. "Overhead". Tbus.org.uk. Retrieved 2010-11-29, available on : <http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus#Advantages>
- [9] "Seattle City Council OKs new streetcar line". The Seattle Times. 2009-10-07. Retrieved 2009-10-11. Available on : [http://en.wikipedia.org/wiki/Transportation\\_in\\_Seattle#Mass\\_transit](http://en.wikipedia.org/wiki/Transportation_in_Seattle#Mass_transit)
- [10] "Why are trams different from buses from Trams for Bath". Bathtram.org. Retrieved 2012-12-08, available on : <https://en.wikipedia.org/wiki/Tram>
- [11] The History of BKV, Part 1 - Development of community transport". BKV Zrt. Retrieved 2013-10-17. Available on : [http://en.wikipedia.org/wiki/Trams\\_in\\_Budapest](http://en.wikipedia.org/wiki/Trams_in_Budapest)
- [12] "Facts & Figures". Yarra Trams. Retrieved 13 October 2014. Available on : [http://en.wikipedia.org/wiki/Trams\\_in\\_Melbourne](http://en.wikipedia.org/wiki/Trams_in_Melbourne)
- [13] "Lines and stations". Moscow Metro website. Retrieved 2015-01-22. Available on : [http://en.wikipedia.org/wiki/Moscow\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Moscow_Metro)

- [14] Metroselskabet 22 November 2006. Retrieved 9 April 2014. Available on : [en.wikipedia.org/wiki/Copenhagen\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Copenhagen_Metro)
- [15] "Baku Metro - History". Bakı Metropoliteni. Retrieved 2013-09-16. Available on: [http://en.wikipedia.org/wiki/Baku\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Baku_Metro)
- [16] Tokyo Metro Co ., Ltd. Retrieved 2014 - 06 - 07, available on : [http://en.wikipedia.org/wiki/Tokyo\\_Metro](http://en.wikipedia.org/wiki/Tokyo_Metro)
- [17] [http://www.novosti.rs/vesti/naslovna/aktuelno.288.html:400624-Zicara---](http://www.novosti.rs/vesti/naslovna/aktuelno.288.html:400624-Zicara---gradsko-prevozno-sredstvo-buducnosti)  
[gradsko-prevozno-sredstvo-buducnosti](http://www.novosti.rs/vesti/naslovna/aktuelno.288.html:400624-Zicara---gradsko-prevozno-sredstvo-buducnosti)
- [18] [http://en.wikipedia.org/wiki/Public\\_transport\\_bus\\_service](http://en.wikipedia.org/wiki/Public_transport_bus_service)
- [19] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Autobus>
- [20] Poduzeće JGP-a u gradu Rijeci, available on : <http://www.autotrolej.hr>
- [21] Poduzeće JGP-a u gradu Bostonu, available on : <http://www.mbta.com>
- [22] [http://en.wikipedia.org/wiki/Transportation\\_in\\_Boston](http://en.wikipedia.org/wiki/Transportation_in_Boston)
- [23] [http://en.wikipedia.org/wiki/Busways\\_in\\_Brisbane](http://en.wikipedia.org/wiki/Busways_in_Brisbane)
- [24] <http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus>
- [25] [http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses\\_in\\_Salzburg](http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses_in_Salzburg)
- [26] [http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses\\_in\\_Jinan](http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybuses_in_Jinan)
- [27] [http://en.wikipedia.org/wiki/Tram\\_and\\_light\\_rail\\_transit\\_systems](http://en.wikipedia.org/wiki/Tram_and_light_rail_transit_systems)
- [28] <http://en.wikipedia.org/wiki/Tram>
- [29] Poduzeće JGP-a u gradu Zagrebu, available on : <http://www.zet.hr/tramvaj>
- [30] <http://hr.wikipedia.org/wiki/zicara>



## POPIS SLIKA

1. Shibeerov prvi omnibus .....	3
2. Pariški omnibus krajem 19.st .....	3
3. Američki autobus 1950ih godina.....	5
4. Zagrebački gradski autobus.....	6
5. Međugradski autobus.....	7
6. Kombibus .....	7
7. Zglobni troosovinski autobus u Opatiji .....	8
8. Četveroosovinski autobus sa trodijelnom karoserijom u Hamburgu .....	8
9. Mreža gradskih autobusnih linija u Rijeci .....	9
10. Autobus u Bostonu .....	10
11. Mreža autobusnih linija u Bostonu .....	10
12. Mreža autobusnih linija u Brisbaneu .....	11
13. Autobus u Brisbaneu .....	12
14. Autobusna infrastruktura u Brisbaneu .....	12
15. Autobusni terminal u Brisbaneu.....	12
16. Prvi trolejbus 1882.g.....	13
17. Dvoosovinski trolejbus.....	14
18. Trolejbus savladava uspon u San Franciscu .....	15
19. Trolejbusne linije u Salzburgu.....	16
20. Seattle trolejbus .....	17
21. Trolejbusna mreža u Seattlu .....	18
22. Jinan trolejbus .....	18
23. Mreža trolejbusnih linija u Jinanu .....	19
24. Tramvaj na konjsku vuču u Gdanjsku .....	20
25. Električni tramvaj u Budimpešti.....	21
26. Četveroosovinski tramvaj Škoda .....	22
27. Zagrebački tramvajski vozni park.....	24
28. Zagrebačka tramvajska mreža .....	24
29. Combino Supra tramvaj u Budimpešti .....	25
30. Tramvajska mreža u Budimpešti.....	25

31. Tramvajsko vozilo u Melbourneu .....	26
32. Mreža tramvajskih linija u Melbourneu .....	26
33. Izgradnja podzemne željeznice u Londonu .....	27
34. Berlinska U-Bahn stanica.....	28
35. Presjek normalnog kolosijeka, 1435 mm .....	29
36. Metro vozilo u Stockholmu .....	30
37. Metro vozilo u Copenhagenu .....	31
38. Mreža metro linija u Copenhagenu .....	31
39. Unutrašnjost Baku metroa.....	32
40. Mreža sadašnjih i planiranih linija Baku metroa.....	32
41. Mreža linija Tokyo metro sustava .....	33
42. Stajalište sa automatiziranim vratima.....	34
43. Znak koji obavještava da je dio perona samo za žene.....	34
44. Zagrebačka uspinjača .....	35
45. Viseća žičara.....	36
46. Opravdanost primjene pojedinih vrsta vozila .....	39
47. Maksimalna prijevozna moć različitih prijevoznih sredstava .....	41

## POPIS TABLICA

1. Potrošnja energije prema načinu putovanja .....	38
2. Odnos prometne brzine i međustajališne udaljenosti .....	43
3. Odnos gustoće naseljenosti i međustajališne udaljenosti .....	44
4. Odnos duljine putovanja i međustajališne udaljenosti.....	44



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## METAPODACI

**Naslov rada:** Usporedba načina prijevoza putnika u javnom gradskom prijevozu

**Autor:** Mateo Uravić

**Mentor:** dr. sc. Marko Slavulj

**Naslov na drugom jeziku (engleski):**

Comparison of passengers transportation methods in public transport

**Povjerenstvo za obranu:**

- Prof. dr. sc. Gordana Štefančić, predsjednik
- Dr. sc. Marko Slavulj, mentor
- Mario Ćosić dipl.ing., član
- Izv. prof. dr. sc Davor Brčić, zamjena

**Ustanova koja je dodjelila akademski stupanj:** Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

**Zavod:** Zavod za gradski promet

**Vrsta studija:** sveučilišni

**Naziv studijskog programa:** Promet

**Stupanj:** preddiplomski

**Akademski naziv:** univ. bacc. ing. traff.

**Datum obrane završnog rada:** \_\_\_\_\_



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz  
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada  
pod naslovom **Usporedba načina prijevoza putnika u javnom gradskom prijevozu**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 7.9.2015

\_\_\_\_\_  
(potpis)