

# Konvencionalni načini prijevoza putnika u gradovima

---

Štimac, Branka

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:107:119894>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-06**



Repository / Repozitorij:

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



**VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU**

Branka Štimac

**KONVENCIONALNI NAČINI PRIJEVOZA PUTNIKA U  
GRADOVIMA**

**CONVENTIONAL WAYS OF PASSENGER TRANSPORT IN THE CITIES**

Završni rad

Gospić, 2017.



**VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU**

Prometni odjel

Stručni studij Cestovnog prometa

**KONVENCIONALNI NAČINI PRIJEVOZA PUTNIKA U  
GRADOVIMA**

**CONVENTIONAL WAYS OF PASSENGER TRANSPORT IN THE CITIES**

Završni rad

MENTOR

Ivica Baković dipl. ing.

viši predavač

STUDENT

Branka Štimac

MBS: 2961000462/13

Gospić, travanj 2017.

**Veleučilište „Nikola Tesla“ u Gospiću**

Prometni odjel

Gospić, 06. srpnja 2016.

**Z A D A T A K**

za završni rad

Pristupnici Branki Štimac, matični broj 2961000462/13, studentici stručnog studija cestovnog prometa izdaje se tema završnog rada pod nazivom:

**KONVENCIONALNI NAČINI PRIJEVOZA PUTNIKA U GRADOVIMA**

**SADRŽAJ ZADATKA :**

1. UVOD
2. OPĆENITO O JAVNOM GRADSKOM PRIJEVOZU PUTNIKA U GRADOVIMA
3. AUTOBUS
4. ŽELJEZNICA
5. PARATRANZIT
6. ZAKLJUČAK

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

**Mentor:** Ivica Baković, viši predavač, **zadano:** 06. srpnja 2016.

  
\_\_\_\_\_ potpis

**Pročelnik odjela:** Slađana Čuljat, pred., **predati do:** 05. rujna 2017.

  
\_\_\_\_\_ potpis

**Student:** Branka Štimac , **primio zadatak:** 06. srpnja 2016.

  
\_\_\_\_\_ potpis

Dostavlja se:

- mentoru
- pristupnici

## IZJAVA

Izjavljujem da sam završni rad pod naslovom **KONVENCIONALNI NAČINI PRIJEVOZA PUTNIKA U GRADOVIMA** izradila samostalno pod nadzorom i uz pomoć mentora Ivica Bakovića, dipl. ing. višeg predavača.

B. Štmac

---

(potpis studenta)

## SAŽETAK

Analizirat ćemo javni prijevoz putnika u urbanim sredinama, njegova problematika, te problemi s kojima se danas javni gradski prijevoz suočava. Kod modernizacije javnog gradskog prijevoza potrebno je odabrati sustav prijevoza koji će funkcionirati uz što manje poteškoće i ograničenja. Javni prijevoz prema tehnologiji i vrsti usluge možemo podijeliti na: željeznicu, autobus i paratranzit. Željeznički promet je proces premještanja, odnosno prijevoza osoba i stvari vožnjom po tračnicama. Prigradska željeznica je vrsta podsustava u sustavu željeznica prilagođena masovnom prijevozu putnika iz regije ili šireg gradskog područja do gradskih središta. Prijevoz lakom željeznicom trenutno je najpopularniji oblik željezničkog javnog prijevoza i taj sustav je kombinacija tramvaja, podzemne željeznice i gradsko-prigradske željeznice. Preostali sustav željeznice je metro. Metro je izrazito izdvojeni nadzemno-podzemni podsustav javnog prijevoza putnika unutar središta grada. Najčešći oblik prijevoza u Hrvatskoj kao i u svijetu je autobusni prijevoz. Autobus je motorno putničko vozilo koje služi za javni prijevoz većeg broja putnika u cestovnom prometu. Prijevoz se obavlja različitim vrstama autobusa kao npr. standardni autobus, minibus, autobus na kat i zglobni autobus. Paratranzit se razlikuje od željeznice i autobusa po tome što prometuje po potrebi i ne slijedi stalni pravac i stalni vozni red te se zbog toga naziva i vožnja po narudžbi. Vrste paratranzita su: taksi, jitney i zajednička vožnja.

***Ključne riječi:*** prijevoz putnika, urbana sredina, željeznica, autobus, paratranzit

## SUMARRY

We will analyze public transport of passengers in urban areas, its problems, and the problems that todays public transport faces. With the modernization of public transport it is necessary to select the system of transportation that will work with as little difficulties and limitations as possible. Public transport according to technology and the type of service can be divided into: rail, bus and paratransit. Railroad transport is the process of moving or transportation of passengers and goods by driving on rails. Suburban railway is a type of sub-system adapted to mass railway transport of passengers from the region or metropolitan areas to urban centers. Transportation with light rail is currently the most popular form of public transport and railway system that is a combination of trams, subway and urban-suburban railway. The rest is the metro rail system. Metro is extremely isolated overground-underground subsystem of public transport within the city. The most common form of transportation in Croatia as well as in the world is the bus service. The bus is powered passenger vehicle that is used for public transport of a large number of passengers by road. Transportation is performed by different types of buses, such as: a standard bus, minibus, decker bus and articulated bus. Paratransfer varies from railway and buses in that they run, if necessary, and does not follow a steady course and a steady timetable and therefore is referred to as the ride by order. Types of paratransfers are taxi, jitney and carpool.

***Key words:*** passenger transport, urban environment, railway, bus, paratransit



# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Predmet istraživanja .....	1
1.2. Svrha i cilj istraživanja .....	2
1.3. Istraživačke metode.....	2
1.4. Struktura rada.....	2
2. OPĆENITO O JAVNOM GRADSKOG PRIJEVOZU PUTNIKA U GRADOVIMA .....	4
2.1. Opća problematika gradskog prijevoza .....	4
2.1.1. Prometna zagušenost .....	5
2.1.2. Pokretljivost .....	6
2.1.3. Vanjski utjecaji.....	6
2.2. Značajke konvencionalnog načina javnog gradskog prijevoza .....	7
2.2.1. Povijest razvitka konvencionalnoga prometa u gradovima.....	8
2.2.2. Budućnost prijevoza u svijetu .....	9
3. USPOREDBA KONVENCIONALNOG PRIJEVOZA U ZAGREBU I OSTALIM EU GRADOVIMA..	12
3.1. Vlak ili autobus? .....	17
4. AUTOBUS .....	19
4.1. Vrste autobusa.....	19
5. ŽELJEZNICA.....	25
5.1. Prigradska željeznica .....	25
5.2. Laka željeznica.....	27
5.2.1. Vozila lake željeznice .....	29
5.3. Metro .....	30
6. PARATRANZIT.....	31
6.1. Oblici usluga i prijevozna sredstva .....	32
6.2. Taksi.....	33
6.3. Jitney .....	34
6.4. Zajednička vožnja .....	34
7. ZAKLJUČAK.....	<b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b>
LITERATURA.....	35

POPIS SLIKA .....	37
POPIS GRAFIKONA .....	37
POPIS TABLICA .....	38

## **1.UVOD**

Znanost o prometu koristi tehnološke i znanstvene principe za funkcionalno projektiranje, planiranje, rad i upravljanje svim prometnim objektima za sve vrste prometa, kako bi se omogućio što sigurniji, udobniji, brži, pogodniji, ekonomičniji i ekološki prihvatljiviji prijevoz odnosno kretanje robe i ljudi.

Kroz čitavu povijest tehnologija prometa imala je vrlo velik utjecaj na stanovništvo. Porastom broja stanovnika, širenjem gradova i ubrzani način života dovodi do potrebe za izgradnjom i razvijanjem prometne infrastrukture, samim time i do modernijih načina javnog prijevoza putnika u gradovima.

Gradovi kakve danas poznajemo posjeduju svoju osnovnu strukturu naslijeđenu iz prošlih vremena. Naslijeđena struktura posljedica je mnogobrojnih utjecaja, neusklađenih djelovanja i rješenja koja su najčešće bila bazirana na ekonomiku, a ne na utvrđenim i općeprihvaćenim ciljevima. Poznato je i da su gradovi oduvijek pružali veće mogućnosti zaposlenja, a time i veću ekonomsku sigurnost što je uvjetovalo migraciju seoskog stanovništva prema gradovima.

Svakodnevno dolazi do povećanja potrebe ljudi za pokretljivošću odnosno odlaskom do grada bilo u kupovinu, na posao, u školu, na fakultet i slično. Iz svega toga vidljivo je da u velikim gradovima postoji problem nedovoljno dobro riješenog prometa. Svaki dan dolazi do prometnih zastoja, zagušenja prometa, gužvi zbog nedostataka parkirališnih mjesta, porasta broja stanovništva i dr. Da bi se smanjila prometna zagušenja potrebno je uporabu osobnih automobila zamijeniti adekvatnim načinom javnog prijevoza. Odabir najboljeg načina prijevoza putnika u gradovima je složen proces i zahtijeva brojna istraživanja.

### **1.1. Predmet istraživanja**

Promet ima sveobuhvatan utjecaj na razvoj modernog društva. U prošlosti su glavnu ulogu pri lokaciji gradova imali prometni pravci. Danas, naime prijevozni sustavi utječu na to gdje će se i kako razvijati gradska područja. Prijevoz ima društvene i kulturne utjecaje, on oblikuje način života.

## **1.2. Svrha i cilj istraživanja**

Svrha i cilj ovog diplomskog rada na temu "Konvencionalni načini prijevoza putnika u gradovima", je dati uvod u postojeće stanje javnog gradskog prometa. Pravilno organiziran sustav javnog gradskog prometa je primjeren odgovor na jaku konkurenciju drugim sustavima, a zahtjevi koji se postavljaju su specijaliziranost, učinkovitost i racionalnost.

## **1.3. Istraživačke metode**

Svrha i ciljevi ovih istraživanja implicirali su potrebu uporabe slijedećih istraživačkih metoda: metode analize i sinteze, metoda promatranja, te statističke metode.

## **1.4. Struktura rada**

Da bi se uspješno odgovorilo na zahtjeve istraživane problematike ovaj rad je bilo potrebno strukturirati u sedam međusobno povezanih dijelova.

U prvom dijelu UVOD prikazan je predmet istraživanja, svrha i ciljevi istraživanja, stručne istraživačke metode i struktura rada.

U drugom dijelu pod naslovom, OPĆENITO O JAVNOG GRADSKOM PRIJEVOZU PUTNIKA govorimo o općoj problematici u javnom prijevozu (prometna zagušenost, pokretljivost, vanjski utjecaji), te o karakteristikama javnog gradskog prijevoza putnika u gradovima gdje iznosimo povijest samog konvencionalnog prijevoza, te par primjera iz budućnosti.

U trećem dijelu pod naslovom USPOREDBA KONVENCIONALNOGA PRIJEVOZA U ZAGREBU I OSTALIM EU GRADOVIMA uspoređujemo koliko putnika se preveze kojim javnim

prijevoznim sredstvom u prosjeku po stanovniku i godišnje, također uspoređujemo autobusni i željeznički prijevoz.

Četvrti dio rada, AUTOBUS govori općenito o autobusima, te navodimo vrste autobusa i njihove karakteristike.

U petom poglavlju ŽELJEZNICA govorimo općenito o željezničkom prometu, prigradskog željeznici, lako željeznici, te navodimo vozila lake željeznice.

U šestom poglavlju PARATRANZIT iznosimo još neke od vrsta konvencionalnoga vrsta prijevoza kao što su Jitney, Taksi, Zajednička vožnja, te navodimo još neke od oblika i usluga prijevoza u gradovima.

Na kraju u ZAKLJUČKU, ukratko navodimo značaj konvencionalnoga načina prijevoza putnika u gradovima, te neke od prijedloga poboljšanja javnog gradskog prijevoza u gradu Zagrebu.

## **2. OPĆENITO O JAVNOM GRADSKOG PRIJEVOZU PUTNIKA U GRADOVIMA**

Javni gradski prijevoz je masovni prijevoz putnika u gradskom prometu, koji pod jednakim javno objavljenim uvjetima pruža uslugu korisnicima prijevoza. Javni gradski prijevoz putnika djeluje u složenom gradskom prostoru i zadatak mu je povezivanje udaljenih prostora i raznih sadržaja prevozeći putnike.

Osnovna karakteristika javnog prijevoza je dostupnost njegovih prijevoznih kapaciteta svakome tko plati cijenu prijevoza prema utvrđenoj tarifi. Većina oblika javnog prijevoza može ponuditi pristup najfrekventnijim lokacijama u gradu, ali s obzirom da se ne mogu pokriti svi dijelovi grada potrebno je određeno vrijeme pješaćenja do putničkih terminala. Usluge javnog prijevoza prijevoznici obavljaju prijevoznim sredstvima koja se kreću linijama po unaprijed definiranom voznom redu i trasi. Mreža svih linija predstavlja glavnu komponentu infrastrukture sustava javnog gradskog prijevoza. U sustavu se koriste prijevozna sredstva poput tramvaja, autobusa, metroa, lake željeznice i sl. Navedena vozila na linijama se kreću između dvije krajnje točke (stanice) A i B, prema unaprijed utvrđenoj trasi i prema utvrđenom voznom redu, te vozila imaju predviđena zaustavljanja na stajalištima na kojima se obavlja izlazak odnosno ulazak putnika u vozila.

### **2.1. Opća problematika gradskog prijevoza**

Promjene u gradskom prijevozu nisu se odvijale jednostavno i bez problema. Svladavanje udaljenosti na brz i učinkovit način zahtijevalo je novac i napor, a često je rezultiralo i negativnim učincima. Putovanje se u današnje vrijeme smatra kao nužno zlo u svijetu, pa ga se pokušava minimizirati na taj način da što bolje ispunjava sve zahtjeviše potrebe korisnika.

Kako bi bio u mogućnosti obavljati svoju ulogu „osnovnog krvotoka“ urbanog prostora, prometni sustav zahtijeva velike zemljišne površine što je posebno uočljivo u gradskim sredinama gdje cestovna mreža zauzima od 20-50% ukupne urbane površine.

Problem gradskog prijevoza predstavlja skup međusobno povezanih problema koje je moguće razvrstati prema sljedećim kategorijama:

- zagušenost,
- pokretljivost,
- vanjski utjecaji.

### **2.1.1. Prometna zagušenost**

Kao posljedice zagušenja u prvom redu mogu se navesti povećani troškovi putnicima, gubitak vremena, povećana mogućnost prometnih nesreća kao i psihički stres.

Opći uzroci zagušenja mogu se definirati kako slijedi:

1. Hiperurbanizacija – predstavlja koncentraciju ljudi i ekonomskih aktivnosti u gradskim središtima. Glavni razlog proizvodnih aktivnosti je njihovo lociranje u gradovima kao i želja ljudi da žive u gradovima kako bi se smanjilo vrijeme putovanja.
2. Specijalizacija aktivnosti unutar gradova – ljudi putuju između mjesta različitih djelatnosti koje su smještene oko grada ili u samom gradu. Ono što navodi ljude da putuju su radna mjesta, škole, mjesta stanovanja i za rekreaciju koja su koncentrirana na različitim područjima.
3. Usklađivanje ponude i potražnje – ponuda za prijevoznim sredstvima je uglavnom stalna dok se potražnja mijenja tijekom dana, te je jedna od razloga nastajanja prometnih „špica“. Razlog tome je što na posao i s posla većina ljudi započinje i završava u isto vrijeme.
4. Ponuda često ističe potražnju – povećanje prometnih kapaciteta potiče ljude na putovanje. Jednostavan primjer toga je izgradnja nove autoceste koja se čini prostranom kada se pusti u promet, no s vremenom nastaje zagušenje i ta prednost nestaje. Dakle, povećanje prometne infrastrukture nije uvijek dovoljno za smanjenje odnosno sprječavanje zagušenja. Gradnja infrastrukture nije ni ekonomična jer zahtijeva velike troškove stoga je bolje uz upozorenje javnosti dopustiti prometne gužve.

### 2.1.2. Pokretljivost

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 za ljude, za poboljšanje kvalitete življenja, tako da svi imaju pravo na neki oblik prijevozne usluge, bez obzira na okolnosti.

Jedan od prijedloga za rješavanje tog problema u SAD-u je nabavka osobnog automobila svakome, što bi bilo puno jeftinije za državu nego subvencioniranje održavanja masovnog javnog prijevoza. Razlog ne posjedovanja automobila među stanovnicima nije uvijek ekonomske prirode, razlog može biti i tjelesna i psihička nesposobnost ili su prestari ili premladi što ih sprječava da voze. To znači da će uvijek biti potreban neki oblik javnog gradskog prijevoza bilo da se radi o autobusu, podzemnoj željeznici, tramvaju i dr. (Štefančić G. - 2008.)

### 2.1.3. Vanjski utjecaji

Vanjski utjecaji su treći aspekt problema javnog prijevoza, a očituju se kroz:

1. Prometne nesreće – prema istraživanjima na hrvatskim prometnicama za 2016. godinu smrtno je stradalo 307 osoba. Za mobilnost ljudi u gradovima svakako je sigurniji javni prijevoz. Stopa smrtnosti na prometnicama svake godine je u porastu što izaziva zabrinutost.

Tablica 1. Broj poginulih u 2015. i 2016. godini

Nastradali sudionici	Poginuli			Ozlijeđeni		
	2015.	2016.	+ - %	2015.	2016.	+ - %
Vozači	224	186	-17,0	9.013	8.839	-1,9
Putnici	62	54	-12,9	4.405	4.211	-4,4
Pješaci	62	67	+8,1	1.558	1.477	-5,2
Ostali				2	2	0,0
<b>UKUPNO</b>	<b>348</b>	<b>307</b>	<b>-11,8</b>	<b>14.978</b>	<b>14.529</b>	<b>-3,0</b>

Izvor: MUP, <http://www.mup.hr/main.aspx?id=180991>, 03.siječnja 2017.



2. Zauzimanje zemljišta – sustav javnog prijevoza zauzima površinu od oko 30% gradskih površina dok čovjek sa automobilom zauzima u prosjeku 5,3 m<sup>2</sup> što je mnogo u odnosu na korištenje tramvaja ili autobusa gdje prosječno zauzima 0,4 m<sup>2</sup>. Predviđena površina pri pješaćenju je 0,5 m<sup>2</sup>.
3. Ekološki utjecaj – uključuje zagađenje zraka i vode, te buku. Vozila javnog prijevoza su manji zagađivači zraka po putniku u odnosu na osobna vozila čija je prosječna popunjenost dva čovjeka u vozilu. Glavni izvori ugljičnog monoksida i ozona su motorna vozila.
4. Estetiku – autoceste, parkirališta i uske trgovačke ulice ne pridonose gradskoj estetici kao što i promidžbeni panoi narušavaju izvangradske vidike. Sredstva javnog prijevoza u pogledu estetike također nisu u prednosti, zastarjele tračnice za prijevozna sredstva umanjuju vrijednost okoliša.

Nepravilno širenje grada stvara teške uvjete za javni gradski prijevoz koji je aktivan i učinkovit u starijim i gusto naseljenim gradovima gdje se prevozi velik broj putnika. Autobus koji prevozi jednog putnika je skuplji, troši više energije te izaziva veću zagađenost zraka, nego kada bi u automobilu bio samo vozač. Sa današnjom razinom usluge javni gradski promet teško može konkurirati automobilu.

## **2.2. Značajke konvencionalnog načina javnog gradskog prijevoza**

Pri planiranju modernizacije javnoga gradskog prijevoza važno je odabrati način na koji će se primijeniti kako bi sustav funkcionirao sa što manje poremećaja.

Načini javnog gradskog prijevoza mogu se razlikovati prema trima dimenzijama:

- tehnologiji,
- pravu prvenstva,
- vrsti usluge.

Postoje tri opća načina javnog prijevoza:

- željeznica,

- autobus,
- paratranzit (javni prijevoz po pozivu).

Željeznica i autobus prometuju na stalnim pravcima i po voznom redu s unaprijed utvrđenim stajalištima. Paratranzit ima varijabilan pravac i vozni red. Naziva se još i javni prijevoz po pozivu. (Štefančić G. – 2008.)

### **2.2.1. Povijest razvitka konvencionalnoga prometa u gradovima**

Još su stari antički gradovi imali razvijen individualni gradski promet. Posebno bi bilo interesantno poznavati promet velikih antičkih gradova sa stotinama tisuća stanovnika, npr. Rim, Aleksandrija itd.

Srednjovjekovni grad je malen i ima slabo razvijen gradski promet. Tek grad novog vijeka, grad industrijske revolucije, sa snažnom koncentracijom stanovništva i djelatnosti, počinje nametati potrebu organiziranja prijevoza ljudi između četvrti grada. Među prve oblike javnog gradskog prometa ubrajaju se unutar gradski prijevoz kočijama u Parizu 1819. godine, te 1831. godine u New Yorku. Kočije kasnije zamjenjuju kombinacije tračnih vozila sa konjskom zapregom – konjski tramvaj. Pred kraj prošlog stoljeća javlja se električni tramvaj, vozilo koje je dugo vremena suvereno vladalo gradskim prometom. Tramvaj se i danas smatra najpovoljnijim prijevoznim sredstvom za srednje velike gradove (oko 500.000 stanovnika).

Na prijelazu u 20. stoljeće javlja se novi vid gradskog prijevoza – podzemna željeznica. Prva je izgrađena u Bostonu 1897. godine. Željeznica klasičnog tipa više se koristi i danas za prigradski promet, iako je u gradski promet bila, uvedena još 1895. godine.

Brze prigradske željeznice osobitu ulogu dobivaju u metropolitanskim područjima u kombinaciji s podzemnim željeznicama.

Autobusi su relativno kasno uvedeni u gradski promet, iako se spominju relativno rano (1872. parni autobus). Autobus se pokazao kao najpovoljnije gradsko prijevozno sredstvo u manjim gradskim naseljima do 100.000 stanovnika.

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 prijevoza u ovom prometu. Moguće je pratiti jedino dosljednije javni gradski promet. Individualni i taksi promet može se uglavnom procjenjivati.

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.

Gradski promet se razvijao u svojim počecima relativno ujednačeno i sporo. Uvođenje automobila u gradski promet unosi ubrzani razvoj kako grada tako i samog prometa. Problemi gradskog prometa, prema mnogima, upravo proizlaze iz prevelikog nagomilavanja osobnih vozila u gradskom prometu, posebno u centru grada. Gotovo svaki grad rješava taj problem na svoj način. (<http://www.prometna-zona.com/gradski-promet>, 03. siječnja 2017.)

### **2.2.2. Budućnost prijevoza u svijetu**

Prijevoz u budućnosti teži k tome da se što više koriste prijevozna sredstva koja ne zagađuju okoliš. Preferira se korištenje raznih prijevoznih sredstava koje pokreće plin, električna energija ili tlak.

Neke od ideja prijevoza u budućnosti su :

**Land Airbus** - u kojem bi se prevozili putnici kreće po tračnicama, a sama konstrukcija mu je takva da ispod njega nesmetano mogu prolaziti automobili. Koristio bi se za prijevoz putnika po gradu, a ima mnoge prednosti u odnosu na klasični oblik javnog prijevoza. Primjerice, kapacitet mu je 1400 putnika, za što bi inače bilo potrebno oko 40 normalnih busova. Također, to bi značilo manje zagađenja. Iako bi za ovu vrstu transporta trebalo mnogo prilagodbi, primjerice asfalt na koji bi se postavljale tračnice bi trebao biti ravan, a također bi trebala postojati mjesta s kojih bi se bus punio, stručnjaci tvrde sa je i dalje jeftinija opcija od podzemne željeznice. (<http://www.prometna-zona.com/gradski-promet>, 03. siječnja 2017.)

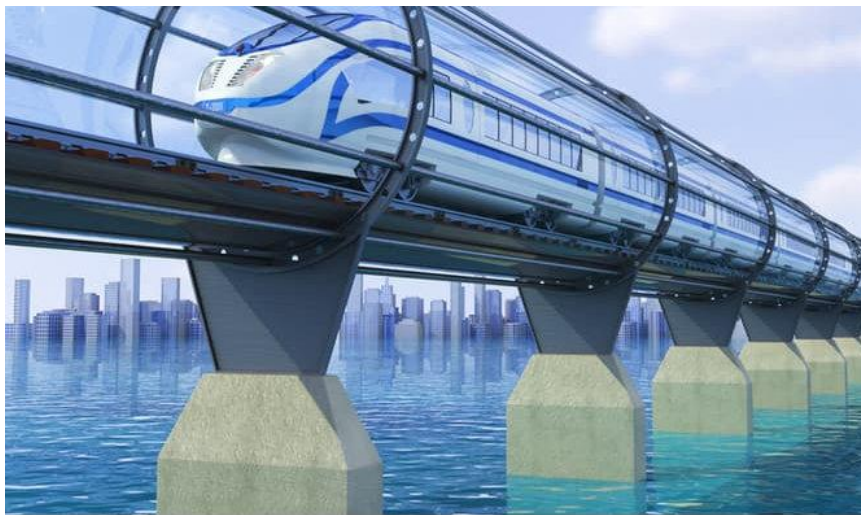
Slika 1. Land Airbus



Izvor: Land Airbus, <https://www.google.hr/search?q=Land+airbus&biw=1280&>, 03.siječnja 2017.

**Hyperloop** - Kroz 45 minuta s jednog kraja kontinenta na drugi, kroz više vremenskih zona i bez korištenja fosilnih goriva za pogon. Zamišljen je kao sustav u kojem se kapsula s putnicima i teretom kreće kroz posebne cijevi, uz pomoć magneta i propelera, gotovo brzinom zvuka.

Slika 2. Hyperlopp



Izvor: Hyperlopp, <https://www.google.hr/search?q=hyperloop&biw=12>, 03.siječnja 2017.

**Russia One** - je prvi niskopodni tramvaj koji je u potpunosti proizveden u Rusiji i gotovo u potpunosti je napravljen od ruskih materijala. Izvana djeluje kao zrcalo, jer je pokriven panelima vrhunskog kompozitnog stakla koje proizvodi tvornica Mosavtosteklo. Jedine komponente iz inozemstva su sigurnosni mehanizmi za otvaranje vrata i "harmonika" koja spaja vagone. Novi tramvaj razvija brzinu sličnu vlaku na električni pogon, a akumulatori mu omogućavaju da prijeđe 50 km bez napajanja, tako da se može koristiti i za međugradski prijevoz putnika na manjim udaljenostima. Modularna konstrukcija karoserije omogućava da se konfiguracija prostora za putnike modificira u ovisnosti o potrebi, odnosno da se poveća ili smanji broj sjedišta.

Slika 3. Russia One



Izvor: Russia One, <https://www.google.hr/search?q=Russian+one&biw=1280>, 03.siječnja 2017.

### **3. USPOREDBA KONVENCIONALNOG PRIJEVOZA U ZAGREBU I OSTALIM EU GRADOVIMA**

Odredište mnogih putovanja automobilom je centar grada, koji je prostorno i prometno uglavnom već izgrađen i definiran. U situaciji ovako velikog porasta broja motornih vozila kao u Zagrebu, neizbježno dolazi do znatnih poteškoća u odvijanju prometnog sustava na području cijelog grada, a osobito u povijesnom središtu čije ulice, prvobitno izgrađene za pješake i kočije, ne uspijevaju izdržati toliki pritisak.

Postoje dva međusobno suprotstavljena pristupa rješenju tih problema.

Prvi pokušava prilagoditi postojeće okruženje rastućem prometnom opterećenju putem izgradnje nove prometne infrastrukture, prvenstveno novih cesta, parkirališta i garaža, često uzrokujući gubitak javnih površina i rušenje kuća, zgrada i kulturnih znamenitosti. Ta metoda je bila dominantna u velikim gradovima industrijski razvijenih zemalja 60-ih i 70-ih godina prošlog stoljeća, prvenstveno u SAD-u.

Druga metoda pokušava promet prilagoditi prostoru, tj. nastoji upravljati prometnim tokovima u svrhu očuvanja prostora. To se postiže prvenstveno primjenom održive strategije planiranja prometa, koja obuhvaća prostorno planiranje, razvitak javnog prijevoza i biciklističkog prometa, parkirni menadžment, upravljanje prometnom potražnjom te utjecaj na prometno ponašanje građana. Ovu metodu su početkom 90-ih godina počeli primjenjivati veliki gradovi zapadne Europe da bi se posljednjih godina taj trend sve više širio i u gradove ostalih gospodarski razvijenih zemalja. Naravno da u praksi nikada ne postoji isključivo jedna ili druga metoda nego njihova kombinacija, ali na temelju podataka koji se navode u ovoj analizi biti će jasno da u razvijenim gradovima sve više prevladava druga metoda.

Razlozi za odabir upravo ovih gradova su slijedeći:

- Bruxelles – Administrativno središte Europske Unije, što je dovoljan razlog da analiziramo sličnosti i različitosti u prometnom sustavu.
- Beč – Grad koji se najčešće spominje kao ideal kojem bi Zagreb trebao težiti u svemu, pa tako i u prometnom sustavu, a osobito u broju garaža u centru grada.

- Stockholm – Grad koji ima dugu tradiciju pažljivog prostornog i prometnog planiranja te participacije javnosti. Jedan od primjera je raspisivanje referendumu o uvođenju naplate automobilima koji ulaze u širi centar grada.
- Amsterdam – Grad koji je poznat po svojoj orijentiranosti prema biciklističkom prometu. Obzirom da i Zagreb svojim najvećim dijelom ima ravničarsku konfiguraciju terena, postoji veliki potencijal za razvitak biciklističkog prometa.
- Prag – jedan od gradova bivšeg sovjetskog bloka koji je započeo proces tranzicije približno u isto vrijeme kada i Zagreb. Zbog toga je zanimljivo primijetiti sličnosti i razlike u karakteristikama prometnog sustava.

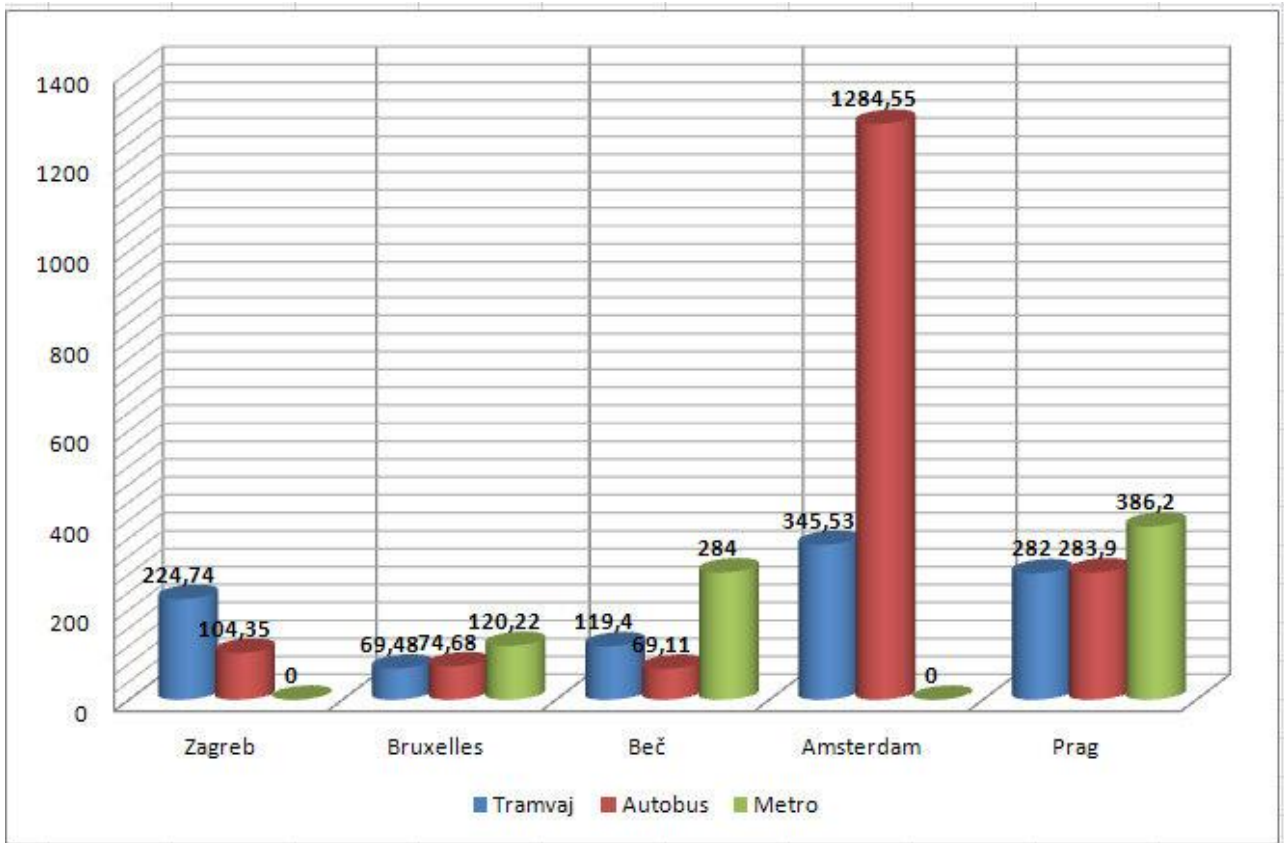
Tablica 2. Broj stanovnika u analiziranim gradovima

	Broj stanovnika
Zagreb	688 200
Bruxelles	175 500
Beč	1 797 300
Stockholm	912 000
Amsterdam	832 600
Prag	1 259 100

Izvor: Stanovništvo, <http://stanovnistvo.population.city/country#a>, 08.ožujka 2017.

Masovni javni prijevoz predstavlja glavnu alternativu ovako velikom korištenju automobila. Uglavnom ga čine tramvaji, autobusi, metro, te željeznički prijevoz.

Grafikon1. Prosječan broj putovanja po jednom stanovniku pojedinim sredstvima javnog prijevoza



Izvor: Branka Štimac, <http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/zelena-akcija.produc>, 03.siječnja 2017.

Iako ne raspolažemo podacima o broju putovanja sredstvima javnog prijevoza u Stockholmu, možemo utvrditi razvijenost infrastrukture, promatrajući broj stajališta te broj i duljinu linija javnog prijevoza. Primjećuje se da je tramvajski promet u Stockholmu nešto manje razvijen nego u Zagrebu, ali autobusni javni prijevoz ima skoro 4 puta više linija od Zagreba. Autobusne linije u Stockholmu su čak 6 puta dulje i imaju duplo više stajališta. Osim toga, Stockholm ima i 7 linija metroa, više od svih gradova u ovoj analizi, pa je logično za pretpostaviti da se tim sustavom preveze vrlo velik broj putnika. Stoga se nameće zaključak da je sustav javnog prijevoza i u Stockholmu znatno razvijeniji nego u Zagrebu.



Tablica 3. Autobus

	Zagreb	Bruxselles	Beč	Stockholm	Amsterdam	Prag
Broj linija	131	45	83	469	64	202
Duljina linija	1394	432	669,1	9159	422	820
Broj stanovnika po jednom metru duljine linije	0,54	2,36	2,51	0,08	1,75	1,45
Broj stajališta	1994	2124	3341	6000	0	0
Broj putovanja (mil./god.)	81,9	76,1	116	0	948	337,2
Broj putovanja po jednom stanovniku (god.)	104,35	74,68	69,11	0	1284,55	283,9

Izvor: Zelena Akcija, <http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/zelena-akcija.product>, 03.siječnja 2017.

Tablica 4. Metro

	Zagreb	Bruxselles	Beč	Stockholm	Amsterdam	Prag
Broj linija	0	3	5	7	4	3
Duljina linija	0	39	65,1	108	83	50,1
Broj stanovnika po jednom metru duljine linije	0	26,1	25,8	7,2	8,9	23,7
Broj stajališta	0	68	90	100	0	51
Broj putovanja (mil./god.)	0	122,5	476,6	0	0	458,6
Broj putovanja po jednom stanovniku (god.)	0	120,22	284	0	0	386,2

Izvor: Zelena Akcija, <http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/zelena-akcija.product>, 03.siječnja 2017.

Zagreb je jedini grad koji nema metro ili neki sličan sustav javnog prijevoza. U odnosu na broj stanovnika, u Pragu se s tri metro linije preveze više putnika (386,2) nego u Zagrebu s tramvajem i autobusom zajedno (329,1 putovanje). Ta činjenica se mora uzeti u obzir prilikom usporedbe korištenja tramvaja i autobusa, jer pojedini gradovi relativno slabije korištenje autobusa ili tramvaja kompenziraju s intenzivnim korištenjem metro sustava.

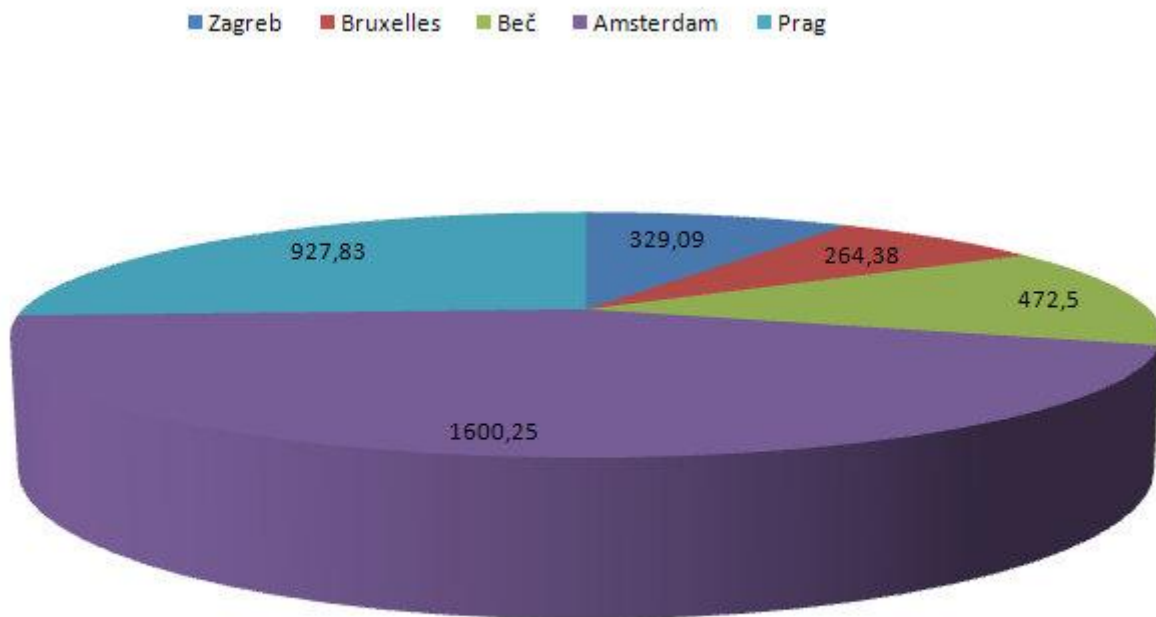
Da bismo dobili vjerodostojnu usporedbu korištenja javnog prijevoza, potrebno je dati prikaz ukupnog broja putovanja svim sustavima javnog prijevoza.

Tablica 5. Ukupan prosječni broj putovanja sredstvima javnog prijevoza

	Broj putovanja javnim prijevozom po jednom stanovniku	Ukupan broj putovanja javnim prijevozom (mil.)
Zagreb	329,09	258,3
Bruxelles	264,38	269,4
Beč	472,5	793
Amsterdam	1600,25	1203
Prag	927,83	1130,7

Izvor: Zelena Akcija, <http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/zelena-akcija.product>, 03.siječnja 2017.

Grafikon 2. Grafički prikaz ukupnog prosječnog broja putovanja sredstvima javnog prijevoza



Izvor: Branka Štimac, Izvor: Zelena Akcija, <http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/zelena>, 03.siječnja 2017.

### 3.1. Vlak ili autobus?

Često se uvelike polemizira pri prometnom planiranju između onih koji žele izgraditi nove željezničke sustave i onih koji preferiraju autobusni javni prijevoz.

Operativni troškovi mogu se smanjiti uvođenjem automatizacije, što je ostvarivo kod željeznice. Laka željeznica postaje popularna opcija jer je to kompromis između klasične željeznice i modernizacije autobusnog prijevoza.

Laka željeznica je relativno tiha, nije štetna za okoliš, pokreće je električna energija te manje ovisi o raspoloživosti petrokemijskih goriva nego autobus.

Glavni čimbenik za popularnost željezničkoga javnoga prijevoza je u tome da ima bolji imidž u javnosti, nego što ga imaju autobusi. Putnici rijetko pozitivno ocjenjuju autobusnog prijevoza, u većini slučajeva komentira se sporost prometovanja autobusima, prenatrpanost i nesigurnost. Željeznički javni prijevoz ima neosporne prednosti i daje gradu pozitivnu sliku. Za vlakove se smatra da su brzi i predstavljaju naprednu prijevoznu tehnologiju.

Provedena su brojna istraživanja koja su trebala objektivno usporediti načine prijevoza putnika vlakom ili autobusom. Namjera istraživanja je definirati razne usluge za alternativna rješenja koja bi se uspoređivala glede:

- brzine,
- frekvencije,
- kapaciteta sjedala.

Procjena je zasnovana na zbroju operativnih troškova, troškova vozila i izgradnje infrastrukture. Saznanja su bila sljedeća:

- vožnja automobilom najjeftinija je pri prometu 5000putnika/h,
- vožnja autobusom najjeftinija je pri prometnom volumenu 10000 putnika/h,

- željeznica sa sabirnim autobusima i podzemnom željeznicom u središtu grada jeftinija je pri velikoj gustoći stanovništva i pri prometu od najmanje 40000 putnika/h.

Postoje tri glavne kategorije troškova potrebnih za instaliranje i rad željezničke ili autobusne linije.

To su:

- trošak izgradnje,
- cijena vozila,
- operativni trošak.

Ako se uspoređuje izgradnja željezničke linije i posebnog autobusnog traka na istoj lokaciji, tada je niveleta puta ključni čimbenik. Skuplje je izgraditi željezničku liniju nego poseban autobusni trak na površini ili na uzdignutim stupovima. To je djelomično stoga što željeznička linija zahtijeva napajanje energijom, postavljanje signala i sustava sigurnosne kontrole.

Cijena vozila druga je komponenta investiranja kapitala. Željeznička vozila stoje mnogo više od autobusa. Autobusi standardne veličine, ovisno o dodatnoj opremi, kao što su klimatizacijski uređaj, automatski prijenos te dizalo za invalidska kolica dvostruko su jeftiniji od željezničkih vozila. Radi razlike među vozilima, usporedba se mora temeljiti na bazi broja sjedala i vijeka trajanja. Autobus ima oko 50 sjedala i očekivani vijek trajanja je 10 godina, a željezničko vozilo ima oko 80 sjedala i vijek trajanja je 30 godina.

Operativni trošak je treća kategorija troška. Tvrdi se da željeznica ima manji operativni trošak, što ovisi o korištenim mjerama usporedbe. Pokazatelj vozilo/sat kritična je mjera jer su troškovi radne snage vrlo važni. Trošak po vozilu/km drugi je zajednički pokazatelj, no trošak po putniku, tj. putnik/km ide u korist željezničkih vozila jer se prevozi više putnika obično na veće udaljenosti. (Štefančić G. – 2008.)

## 4. AUTOBUS

Autobusni javni prijevoz putnika dobro je poznat jer je najčešći oblik javnoga gradskog prometa. Oko dvije trećine svih putovanja javnim prijevozom u svijetu obavlja se autobusnim sustavom.

Autobus je već tradicionalno prijevozno sredstvo, spreman za višeznačnu uporabu (kao samostalni ili dopunski podsustav), kompatibilan i bez dodatnih troškova za prometnu infrastrukturu. Prijevozne mogućnosti su znatne: oko 600 (putnika/h/smjer), s prijevoznom brzinom  $V_p = 15-20$  (km/h), s intervalom do 1 minute, s kapacitetom do 140 putnika doseže se prijevozna moć do 9000 (putnika/h/smjeru), pa je primjena isplativa za godišnja opterećenja  $Q \leq 500\ 000$  (putnika/km) neke linije. Lošije strane i ograničenja predstavlja osjetljivost linija (utjecaj ostalog prometa na cesti), te buka i zagađenje zraka. (Legac I. – 2011.)

### 4.1. Vrste autobusa

#### Standardni autobus

Većina tvrtki za javni prijevoz koristi tip autobusa koji je projektiran posebno za gradsku uporabu koji se naziva standardni autobus. Dug je 12 metara i ima od 47-53 sjedala.

Slika 4. Standardni autobus



Izvor: Prometna zona, autobusi, <http://www.prometna-zona.com/autobusi>, 03.siječnja 2017.

## Minibus

Minibus je s obzirom na svoj gabarit i broj putničkih mjesta, najmanje cestovno javno prijevozno sredstvo čija visina dozvoljava stajanje putnika za vrijeme vožnje. Ova vrsta autobusa najčešće se koristi ili na kratkim linijama u centralnom gradskom prostoru relativno velike gustoće gdje je frekvencija putnika učestala, a intenzitet putničkih tokova slabiji, ili na prigradskom području male gustoće naseljenosti kao fleksibilna nadopuna prigradskoj željeznici.

Slika 5. Minibus



Izvor: Prometna zona, autobusi, <http://www.prometna-zona.com/autobusi>, 03.siječnja 2017.

## Autobus na kat

Autobus na kat je najviše prijevozno sredstvo koga čine dva, u horizontalnom smislu podijeljena i po visini različita, putnička prostora međusobno povezana jednim ili dvoma komunikacijskim stepeništima u jedinstvenu cjelinu.

Zbog njihanja vozila i niskog plafona gornjeg putničkog dijela isti raspolaže samo putničkim mjestima za sjedenje, dok prizemna etaža raspolaže i sa 5 do 25 putničkih mjesta za stajanje. Nedostatak ovog autobusa je što nagla skretanja pri većim brzinama izazivaju prevrtanje vozila.

Slika 6. Autobus na kat



Izvor: Prometna zona, autobusi, <http://www.prometna-zona.com/autobusi>, 03.siječnja 2017.

### Zglobni autobus

Zglobni autobus je najdulje cestovno putničko prijevozno sredstvo kojeg čini vučno vozilo i poluprikolica međusobno povezani nosećim fleksibilnim mehaničkim zglobom i harmonika oplatom čineći tako funkcionalnu cjelinu kontinuirane unutrašnjosti vozila koje ima mogućnost otklona  $\pm 40$  stupnjeva u horizontalnoj i  $\pm 10$  stupnjeva u vertikalnoj ravnini.

Nedostatak ovakvog rješavanja jest relativno neudobna vožnja u zadnjem dijelu zglobnog autobusa na kojeg se prenose sva gibanja i oscilacije prednjeg dijela a naročito prilikom naglih promjena smjera kretanja autobusa te vožnje po lošim cestama i/ili ulicama.

Slika 7. Zglobni autobus



Izvor: Prometna zona, autobusi, <http://www.prometna-zona.com/autobusi>, 03.siječnja 2017.

#### Ostali autobusi:

Autobus na polukat u svojoj zadnjoj polovici karoserije ima nadogradnju namijenjenu putnicima koji žele za vrijeme putovanja uživati u panoramskom razgledavanju okoline, kojom autobus prolazi. Prvi ovakvi autobusi pojavili su se početkom 50-tih godina 20. stoljeća u SR Njemačkoj, a potom u Austriji i Švicarskoj.

Duljina ovakvih autobusa iznosi oko 12m na kojima je raspoređena jedna solo i jedna “tandem”(dupla)osovina.

Kapacitet prijevoza autobusa na polukat iznosi ukupno 120 putničkih mjesta od čega je njih 55 (ili oko 45%) sjedećih i raspoređenih u dvije razine po dva reda.



Slika 8. Panoramski autobus



Izvor: Prometna zona, autobusi, <http://www.prometna-zona.com/autobusi>, 03.siječnja 2017.

Autobus za posebne namjene je cestovno vozilo čija upotreba u normalnom prometu na javnim gradskim ili prigradskim cestama nije dozvoljena, već se isti koriste samo za interne potrebe prijevoza putnika na aerodromima (na relacijama avion – putnička zgrada), na velesajmovima i sličnim masovnim izložbenim manifestacijama.

Specifična konstrukcija karoserije ovih autobusa (koja se ogleda u njenom “kvadratičnom” obliku, niskom podu, većim brojem širokih bočnih i čeonih vrata, velikim staklenim površinama i malim brojem sjedala) omogućava relativno udoban prijevoz velikog broja putnika na kratkim udaljenostima vožnje.

Slika 9. Autobus za prijevoz putnika na zračnoj luci



Izvor: Prometna zona, autobusi, <http://www.prometna-zona.com/autobusi>, 03.siječnja 2017.

### Trolejbus

Električni autobusi nazvani trolejbusi, uobičajeni su u Kini, te u pet američkih gradova: Bostonu, Daytonu, Philadelphiji, San Franciscu i Seattlu. Imaju dvije trole na krovu i koriste nadzemne žice: jedna donosi struju, a druga je vraća. Sve dok su pod naponom, trolejbusi voze na gumenim kotačima i mogu manevrirati po prometnici. Naravno, ne mogu pretjecati jedan drugoga.

Slika 10. Trolejbus



Izvor: Trolejbus, <http://www.zeljeznice.net/forum/index.php?/topic/266-trolejbusi>, 03.siječnja 2017.

## 5. ŽELJEZNICA

Željeznica je grana kopnenog prometa koja koristi prometno sredstvo koje se kreće po stalno postavljenoj metalnoj podlozi - čeličnim tračnicama. Dvije tračnice zajedno čine kolosijek, a pričvršćene su po metalnim, drvenim ili betonskim pragovima. Širina kolosijeka određuje kapacitet (širinu vagona). Maksimalnu moguću sigurnu brzinu određuje sama izvedba i količina zavoja.

Općenito možemo reći da je željeznički promet siguran oblik prometa, a daljnje povećanje sigurnosti jedan je od glavnih ciljeva Bijele knjige. Od početka 1970-ih do sredine 1990-ih broj smrti u željezničkim nesrećama u zemljama EU se smanjio za gotovo 75%.

Željeznički prometni sustav Europe danas predstavlja kontrast između starog i novog. S jedne strane grade se moderne željezničke mreže velikih brzina, a s druge strane većinu zemalja karakterizira zastarjeli teretni i prigradski promet.

Kako bi se unaprijedio željeznički promet osim Bijele knjige donesen je i niz drugih dokumenata. Tako su Željeznička unija (Union of Railways), Zajednica europskih željeznica (Community of European railways), Međunarodna unija javnog prijevoza (International Union of Public Transport) i Unije europske željezničke industrije (Union of European Railways Industries) donijele dokument koji za cilj ima do 2020. godine stvoriti jedinstveni europski željeznički sustav. Nadalje, cilj je porast udjela željeznice u putničkom prometu između 6 i 10% te u teretnom prometu između 8 i 15%. Uz taj glavni cilj ostali ciljevi su ušteda energije, smanjenje emisije polutanata za 50%, povećanje kapaciteta, povećanje produktivnosti. (<http://www.geografija.hr teme/promet-i-energetika/zeljeznicom-kroz-proslost-i-sadasnjost-ii-dio, 03. siječnja 2017.>)

### 5.1. Prigradska željeznica

Ovaj podsustav u sustavu željeznice karakterizira teška oprema, velike brzine, sporo ubrzavanje i usporavanje. Linije su obično dugačke po 40 kilometara i prometuju do terminala u središnjem poslovnom dijelu grada. Većina stajališta postavljena je na udaljenosti i do 1500 metara. Karakteristično je da na linijama prigradske željeznice dolazi do velike neravnomjernosti protoka putnika što se naročito događa u vrijeme „špica“.

Slika 11. Stajalište prigradske željeznice



Izvor: Prigradska željeznica, <https://www.google.hr/search?q=stajali%C5%BE>, 03.siječnja 2017.

Prepoznatljiv aspekt toga načina prometovanja je kvalitetna i brza usluga jer vlakovi primetuju brzinom do 130 km/h. To je jedini način javnog prijevoza s prosječnim brzinama koje se mogu usporediti s vožnjom automobilom na brzjoj cesti. Usluga prigradske željeznice pogodna je za putnike koje svakodnevno odlaze na posao, te se u svijetu naziva i redovna željeznica. Usluge prigradske željeznice obavljale su se na postojećim tračnicama koje su prethodno koristili teretni vlakovi.

Vozila gradsko-prigradske željeznice su motorni vlakovi (električni ili dizelski) ili kompozicije sastavljene od vozne lokomotive i više vučenih vagona, od kojih je posljednji vagon s upravljačnicom za vožnju u suprotnom smjeru („push-pull“ tehnologija). Vozila gradsko-prigradske željeznice koriste se klasičnom željezničkom infrastrukturom i potpuno su odvojeni od vozila cestovnog prometa. Najčešće se za pogon vlakova koristi električna vuča (elektromotorni vlakovi – EMV), dok se dizelska vuča (dizelmotorni vlakovi) upotrebljava na neelektrificiranim prugama ili na prugama s manjom prijevoznom potražnjom. (Legac I. – 2011.)

## 5.2. Laka željeznica

Javni prijevoz lakom željeznicom trenutno je najpopularniji oblik željezničkoga javnog prijevoza. To je moderna verzija električnog tramvaja. Tračnice mogu biti položene u cestovnu konstrukciju, unutar brze ceste s prvenstvom prolaza, ili ispod zemlje.

Laka gradska željeznica kombinacija je tramvaja, podzemne željeznice i gradsko-prigradske željeznice, a od njih je preuzela one značajke koje najbolje mogu udovoljiti potrebama suvremenih gradova. Iako postoje rješenja gdje lakotračnički sustavi koriste zajedničke prometnice s drugim cestovnim vozilima, u suvremenim su sve pristupnija izdvajanja lake gradske željeznice od cestovnom prometa, često i s podzemnim dionicama. (Legac I. – 2011.)

Neke od prednosti lake željeznice su :

- sigurnija je od klasične željeznice jer dobiva električnu energiju iz nadzemnog voda, umjesto iz treće tračnice. Nema potrebe za posebnom zaštitom i promet se može odvijati u razini prometnice,
- nudi veću fleksibilnost lokacije stajališta nego što je to kod klasične željeznice. Tamo gdje je teren skup (u središtu grada), putnici mogu ulaziti i izlaziti na pješačkim stazama,
- pogodnija je u situaciji s nižom razinom potražnje. To je naročito pogodno za gradove srednje veličine, gdje je jedino alternativno rješenje autobusna usluga,
- ako je trasirana na odvojenim prometnim pravcima, prosječne brzine su veće od onih koje postižu autobusi. Stoga laka željeznica mora privući više putnika nego autobus,
- tehnologija prometovanja lakom željeznicom potvrđena je te postoji mali rizik mehaničkih problema i mogućnost prekoračenja predviđenih troškova poslovanja.

Fleksibilnost lake željeznice postiže se:

- mogućnošću korištenja različitih prometnih površina,
- mogućnošću korištenja različitih vrsta vlakova i širina kolosijeka,
- mogućnošću integracije s drugim sustavima javnoga gradskoga prijevoza,
- etapnošću izgradnje.

Sustav lake željeznice posebno je rasprostranjen u gradovima veličine 0,5-1,5 milijuna stanovnika, iako se primjenjuje i u manjim, odnosno većim gradovima. Najčešće je taj sustav u njemačkim gradovima, ali primjenjuje se i u gradovima širom svijeta.

Slika 12. Laka gradska željeznica u Strassbourgu, Francuska



Izvor: Laka željeznica, <https://www.google.hr/search?q=laka+%C5%BEeljeznic>, 03.siječnja 2017.

**Skytrain** (zračni vlak) pušten je u promet u Vancouveru 1986. Godine za vrijeme Svjetske izložbe Expo. Jedinstven je po tome što dobiva energiju linearnom indukcijom i potpuno je automatiziran. Nema osoblja u vlaku i na stajalištima. Tijekom Expoa, zračni vlak je prevozio čak 160 000 putnika dnevno. Početna dionica bila je duga 21 km. Od tada je proširena dionica preko rijeke Fraser i prometuje se preko atraktivnoga visećeg mosta postavljenom na užadima.

Slika 13. Skytrain u Vancouveru



Izvor: Skytrain, <https://www.google.hr/search?biw=1280&bih=862&noj=1&tb>, 03. siječnja 2017.

### 5.2.1. Vozila lake željeznice

Vozila lakih tračničkih sustava mješavina su tramvaja, metroa i gradsko-prigradske željeznice. Lakotračnička vozila imaju fleksibilnost korištenja različitih vrsta trasa: od uličnog tramvaja i prometovanja kroz pješake zone, preko podzemnih i izdignutih trasa metroa, do prometovanja po prugama klasične željeznice.

Vozila lakih tračničkih sustava jednostavnije su koncepcije u odnosu na željeznička vozila, iako postoje izvedbe kompatibilne željezničkom i/ili tramvajskom prometu. Ako se Lakotračnička vozila koriste infrastrukturom namijenjenom klasičnoj željeznici, ona moraju biti opremljena odgovarajućom signalno-sigurnosnom opremom i udovoljavati propisima za prometovanje po željezničkoj pruzi. Lakotračničkim vozilima upravlja se vizualno na zajedničkim i izdvojenim prugama, dok se na željezničkoj infrastrukturi koristi željeznička signalizacija i uređaji za automatsku zaštitu i vođenje vlakova.



### 5.3. Metro

Ovaj se podsustav često nazivao i podzemno-nadzemni jer je većina tračnica bila locirana ili ispod zemlje ili na konstrukcijama uzdignutim iznad ulica, raskrižja ili prilaza. Ponekad se koristio izraz brza gradska željeznica. Metro ima prvenstveno namjenu da opslužuje putnike unutar središta grada iako novi sustavi imaju linije koje se šire u predgrađu. Stajališta se postavljaju na udaljenostima od 1000 do 1500 metara. Sve sustave pokreće električna energija, a svaki vagon ima svoj motor. Električna energija obično dolazi s treće tračnice, koja prenosi električni napon od 600 volta. Dodir s tračnicom ima smrtonosne posljedice, tako da ležište mora biti zaštićeno. Stajališta imaju visoke perone, a tračnice su ugrađene u razini tla.

Većina sustava metroa koristi standardni kolosijek međugradskih željeznica s tračnicama širine 1435 mm koristeći čelične kotače na čeličnim tračnicama.

Projekt ima prednosti jer je tiši, vožnja je udobnija, a viracije iz vlaka ne prenose se na tlo. Međutim, veća je potrošnja energije te ima klimatskih ograničenja jer gume zbog trenja mogu ljeti stvarati prekomjernu toplinu. Snijeg i led izazivaju problem u vuči, tako da je u gradovima s hladnim zimama pogodnija izvedba metroa što dublje pod zemljom.

Slika 14. Metro u Londonu



Izvor: Podzemna željeznica, <https://www.google.hr/search=podzemna+BEeljezni>, 03.siječnja 2017.



## 6. PARATRANZIT

Paratranzit ili kvazijavni prijevoz nastao je 1970-ih godina, a odvija se između konvencionalnog javnog prijevoza i privatnog automobila. Sličan je i privatnom prijevozu jer su njegove usluge na raspolaganju javnosti. Sličan je i privatnom automobilu utoliko što prometuje po potrebi, a ne slijedi stalni pravac ili stalni vozni red.

Jedna vrsta paratranzita poznata je kao taksi prijevoz. To je inovacijska tehnologija koja će se u nekim zapadnim zemljama zamijeniti konvencionalni javni prijevoz, izuzev u nekoliko starih gradova koji su zadržali visoku gustoću i veoma jako poslovno središte grada. Ispitivanja su rezultirala saznanjima da je paratranzit učinkovitiji i ekonomičniji u mjestima s malom gustoćom naseljenosti i u prigradskom području.

Neke usluge paratranzita ograničene se na starije i hendikepirane osobe. Bez obzira na značajke korisnika postoji nekoliko vrsta paratranzita.

Usluge po narudžbi datiraju još iz 1934. godine, a prve su zabilježene u Davenportu, Iowa. New York je imao tu uslugu od 1961. godine. To su bili izolirani slučajevi jer se interes za vožnju po narudžbi povećao tek od 1964. godine.

Primarni cilj je bio razvijanje računalnog programa, koji bi automatski otpremio i usmjerivao vozila. Ključ do uspjeha za vožnju po narudžbi bio je izradba programa usmjerivanja vozila. Program se mora odvijati u stvarnom vremenu i reagirati na stvarne zahtjeve, koje prijevozno sredstvo treba skinuti s prethodnog pravca da bi se ukrcali putnici.

Nekoliko izraza su sinonimi vožnje po narudžbi, autobus po narudžbi, javni prijevoz po pozivu i javni prijevoz prema potražnji. Svi oni opisuju uslugu koja je fleksibilnija od usluge konvencionalnoga javnoga prijevoza. Potražnja za prijevoznom uslugom može se manifestirati kroz:

- dogovaranje pravca – vozilo prometuje točno tamo gdje želi putnik ( usluga „od vrata do vrata“ ),
- dogovaranje voznoga reda – vozilo dolazi kada putnik želi.

## 6.1. Oblici usluga i prijevozna sredstva

Taksi nudi točno takvu vrstu usluge. Većina tehnologa prometa izraz vožnja po narudžbi definira kao sustav u kojemu putnici idu na različita odredišta koristeći isto prijevozno sredstvo.

Sustav vožnje po narudžbi ima definirano područje usluge, a ne specifične pravce i ne prometuje izvan područja usluge. Putnici se ukrcavaju i iskrcavaju unutar područja usluge. Postoje tri modela opsluživanja:

1. mnogi do jednog – putnici se ukrcavaju u vozilo bilo gdje, ali se iskrcavaju na samo jednom mjestu, kao što su poslovni centri. Taj se model združuje modelom usluge jedan do mnogih;
2. mnogi do nekoliko – putnici se prevoze do samo nekoliko mjesta, kao što su gradski centri, trgovački centri, bolnice. Taj se model obično združuje s modelom usluge nekoliko do mnogih;
3. mnogi do mnogih – polazišta i odredišta mogu se nalaziti bilo gdje unutar područja prometnog opsluživanja.

Većina usluga vožnje po narudžbi ne koristi standardne autobuse javnog prijevoza, nego koriste manja vozila;

1. standardni kombi,
2. modificirani kombi,
3. standardni školski autobus,
4. mali autobus.

Ta vozila imaju i mnoge druge primjene, osim vožnje po narudžbi. Često prevoze putnike s terminala na terminale putničkog prijevoza, njima se služe u agencijama za iznajmljivanje, hotelima, hendikepirane osobe u invalidskim kolicima itd.

## 6.2. Taksi

Taksiji imaju važnu ulogu u javnom gradskom prijevozu, naročito u mjestima gdje je to jedini oblik dostupnoga javnog prijevoza.

Tri su načina naručivanja taksija:

1. telefonom – to je najuobičajeniji način. Taksiji su opremljeni radiom, a dispečer ih usmjeruje nakon telefonskog poziva. To je najraširenija metoda;
2. zaustavljanje taksija s pješačke zone – uobičajeno je u velikim gradovima u svijetu. To je standardna metoda u New York Cityu, gdje taksiji sa žutim medaljonom imaju zakonsko pravo da rade na taj način. Oni kruže ulicama očekujući poziv na vožnju, što povećava prometnu gužvu i dodatno zagađuje okoliš. Na Manhattanu, u kojemu je najveća koncentracija taksija u SAD-u, oni čine 25% svih ostvarenih vozil7km;
3. čekanje na označenim mjestima – reducira nepotrebno kruženje. Stajališta se obično nalaze ispred hotela, kazališta, putničkih terminala. Sustav može biti neprikladan za korisnike izvan grada koji ne znaju lokacije tih stajališta.

Nijedan od tih triju načina nije 100% učinkovit jer se većina prijeđenih taksi kilometara realizira tako da je vozač sam u vozilu.

U hrvatskim gradovima se taksi usluge koriste samo u iznimnim situacijama za razliku od New York Citya i Washingtona gdje ih uvelike koriste sve kategorije stanovništva, s različitim dohotkom. U drugim gradovima koriste ih, neproporcionalno, sljedeće skupine putnika:

1. siromašni – 29% ih koriste taksi usluge, naročito u manjim gradovima;
2. stari – ljudi stariji od 65 godina u SAD-u koriste taksi usluge i sudjeluju sa 16.2% u odnosu na sva taksi putovanja;
3. strani posjetitelji – to su uglavnom poslovni ljudi i turisti. Stoga najveća koncentracija taksi putovanja obično završava u središtu ili u zračnoj luci, kao i na drugim terminalima putničkog prometa.

Vozarina se može odrediti na sljedeći način:

1. pomoću mjerača;
2. sustav zone;
3. jedinstvena vozarina.

### **6.3 Jitney**

Jitney je vrsta usluge koja se prema obilježjima može svrstati između taksi usluge i redovitog autobusnog pravca. Prijevoz se može obavljati automobilom, kombijem ili minibusom. Suprotno taksiju, jitney prometuje uzduž stalnog pravca, obično po glavnoj ulici, te može imati stalna stajališta. Nema redovitog voznog reda, putnici se voze u istom vozilu, a vozarina je stalna i niska.

### **6.4. Zajednička vožnja**

Najuobičajenija opcija paratranzita je zajednička vožnja. Putnici formiraju grupe da bi zajednički dijelili vozilo koje prometuje kamo i gdje oni žele. Privlačnost zajedničke vožnje je u tome što, za razliku od usluge javnog prijevoza, obično ima mali javni trošak ili ga uopće nema.

Mnoga područja metropola trpe zbog zagađenja zraka, a na zajedničku vožnju se gleda kao na način da se automobili uklone s ceste i da se udovolji standardima kvalitete zraka. Postoje razlike među oblicima zajedničke vožnje, koje se odnose na prijevozno sredstvo kojim se obavlja promet. Razmotrit će se usluge:

- zajedničke vožnje automobilom,
- zajedničke vožnje kombijem,
- autobusa na predbilježbu.

## 7. ZAKLJUČAK

Loše organiziranje prometa u gradovima dovodi do prometnog zagušenja, a to uzrokuje povećanje vremena putovanja, veće zagađenje okoliša, povećanje stresa kod putnika i smanjenja sigurnosti u prometu što uzrokuje povećanje broja nesreća. Svaki oblik prijevoza ima svoje prednosti i nedostatke. Autobus kao prijevozno sredstvo je najjeftiniji na osnovu izgradnje sustava, zato što prometuje cestovnim prometnicama kao i ostala osobna vozila, ali je to ujedno i nedostatak zbog osjetljivosti sustava na prometna zagušenja, buku i zagađenje okoliša. Pojam mobilnosti koristi se najviše u urbanističkim i prometnim krugovima, a označuje prosječan broj putovanja koje stanovnik-građanin ostvari tijekom jednog dana ili godine. Mobilnost putnika zapravo je sintezni pokazatelj brojnih osobitosti grada i stupnja njegovog razvitka. U našim prilikama će ukupna prijevozna potražnja još rasti s porastom gospodarske moći, ali će racionalni razvoj prometne ponude trebati usmjeravati prema dobro odmjerenom odnosu između mobilnosti osobnim automobilom i mobilnosti javnim prijevozom.

Analizirajući sustav javnog gradskog prijevoza u Zagrebu uočava se kako su potrebna veća unaprjeđenja sustava, koji mora biti brži, redovitiji, točniji, dostupniji i udobniji, čime bi se povećao i broj korisnika. Prilično velike cijene usluga tramvajskog, autobusnog pa i taksi prijevoza, potiču korisnike na sve veće korištenje privatnih automobila u Zagrebu. To je razlog povećanja stupnja motorizacije u gradu, a i većeg ekološkog onečišćenja. ako Zagreb nema metro sustav (zbog neisplativosti, premalog broja stanovnika, nepogodnog terena za gradnju takvog sustava, nedostatka financijskih sredstava i slično), trebao bi još više razvijati postojeće sustave. Razvoj javnog gradskog prijevoza uključuje: produljenje mreže tramvajskih linija (čime bi se smanjila mreža autobusnih linija, ali time bi se smanjio i broj presjedanja), smanjenje cijena prijevoza (posebno sustav taksi prijevoza), razvijanje biciklističkog sustava na višu razinu po broju dostupnih bicikala za korisnike te modernizaciju vozila prigradske željeznice i ostalih. To su neki od prijedloga koji bi sigurno doprinijeli razvoju javnog prijevoza, privlačenju putnika i smanjenju broja automobila u gradu Zagrebu, što je i cilj za svako veće urbano područje kako u Hrvatskoj tako i u Europi.

B. Štimac

## LITERATURA

### KNJIGE:

- [1] Legac I.: Gradske prometnice, Zagreb, 2011.
- [2] Štefančić G.: Tehnologija gradskog prometa I, Zagreb, 2008.

### INTERNETSKE STRANICE

- [1] MUP, <http://www.mup.hr/main.aspx?id=180991>, 03.siječnja 2017.
- [2] Prometna zona, <http://www.prometna-zona.com/gradski-promet>, 03.siječnja 2017.
- [3] Land Airbus, <https://www.google.hr/search?q=Land+airbus&biw=1280&>, 03.siječnja 2017.
- [4] Hyperlopp, <https://www.google.hr/search?q=hyperloop&biw=12>, 03.siječnja 2017.
- [5] Russia One, <https://www.google.hr/search?q=Russian+one&biw=1280>, 03.siječnja 2017.
- [6] Stanovništvo, <http://stanovnistvo.population.city/country#a>, 08.ožujka 2017.
- [7] Zelena Akcija, <http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/zelena-akcija.production/>, 03.siječnja 2017.
- [8] Prometna zona, autobusi, <http://www.prometna-zona.com/autobusi>, 03.siječnja 2017.
- [9] Trolejbus, <http://www.zeljeznice.net/forum/index.php?/topic/266-trolejbusi>, 03.siječnja 2017.
- [10] Prigradska željeznica, <https://www.google.hr/search?q=stajali%C5%A1tprig>, 03.siječnja 2017.
- [11] Laka željeznica, <https://www.google.hr/search?q=laka+%C5%BEeljeznica+s>, 03.siječnja 2017.
- [12] Skytrain, <https://www.google.hr/search?biw=1280&bih=862&noj=1&tb>, 03.siječnja 2017.
- [13] Podzemna željeznica, <https://www.google.hr/search=podzemna+BEeljeznica>, 03.siječnja 2017.

## **POPIS SLIKA**

Slika 1: Land Airbus

Slika 2: Hyperlopp

Slika 3: Russia One

Slika 4: Standardni autobus

Slika 5: Minibus

Slika 6: Autobus na kat

Slika 7: Zglobni autobus

Slika 8: Panoramski autobus

Slika 9: Autobus za prijevoz putnika na zračnoj luci

Slika 10: Trolejbus

Slika 11: Stajalište prigradske željeznice

Slika 12: Laka gradska željeznica u Strassbourgu, Francuska

Slika 13: Skytrain u Vancouveru

Slika 14: Metro u Londonu

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon1: Prosječan broj putovanja po jednom stanovniku pojedinim sredstvima javnog prijevoza

Grafikon 2: Grafički prikaz ukupnog prosječnog broja putovanja sredstvima javnog prijevoza

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1: Broj poginulih u 2015. i 2016. godini

Tablica 2: Broj stanovnika u analiziranim gradovima

Tablica 3: Autobus

Tablica 4: Metro

Tablica 5: Ukupan prosječni broj putovanja sredstvima javnog prijevoza