

# Eksploatacijski pokazatelji autobusa prigradskog tipa s osvrtom na održavanje

---

**Filipović, Marko**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*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:119:959603>

*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

**ZAVRŠNI RAD**

**EKSPLOATACIJSKI POKAZATELJI AUTOBUSA  
PRIGRADSKOG TIPA S OSVRTOM NA ODRŽAVANJE  
EXPLOATATIONAL FEATURES OF SUBURBAN BUSES  
WITH A FOCUS ON MAINTENANCE**

Mentor: prof. dr. sc. Marijan Rajsman

Student: Marko Filipović

JMBAG: 0135257665

Zagreb, rujan 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH  
ZNANOSTI  
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 23. svibnja 2022.

Zavod: Zavod za prometno-tehnička vještačenja  
Predmet: Prijevozna sredstva

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 7004

Pristupnik: Marko Filipović (0135257665)  
Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika  
Smjer: Logistika

Zadatak: Eksploatacijski pokazatelji autobusa prigradskog tipa s  
osvrtnom na održavanje

Opis zadatka:

Uvodno konstatirati: problematiku, cilj i doprinos istraživanja te predstaviti strukturu rada. Opisati dosadašnji razvoj povezan s zadanom temom. Definirati osnovnu podjelu i elemente autobusa kao prijevoznog sredstva. Opisati eksploatacijske pokazatelje autobusa prigradskog tipa. Analizirati dosadašnji razvoj i trendove autobusa prigradskog tipa te tabličnim i grafičkim prikazima usporediti njihove karakteristike. Ukazati na značenje tehničke ispravnosti i tehničkog održavanja voznog parka, U zalkjučku navesti najbitnije elemente vezano za tematiku rada.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

---

prof. dr. sc. Marijan Rajsman

## SAŽETAK

Autobusni prijevoz jedan je od važnih vidova prijevoza putnika u cestovnom prometu. U novije vrijeme prisutan je porast broja vozača, a samim time i porast automobila na cestovnim prometnicama što dovodi do sve većeg zagušenja cestovnih prometnica kao i zagađenja okoline. U cilju redukcije navedenog autobusni prijevoz može biti ključ rasterećenja cestovnih prometnica ukoliko je kvalitetno organiziran. Javni linijski putnički prigradski prijevoz jedan je od najznačajnijih podsustava u sustavu cestovnog putničkog prometa. Navedeni oblik prijevoza ima značajnu ulogu u povezivanju gradova i njima pripadajućih gravitacijskih područja. U cilju smanjenja zagađenja okoline na autobusima se primjenjuju različite vrste alternativnih pogona poput ukapljenog naftnog plina, stlačenog prirodnog plina, gorivih ćelija i dr. U cilju sprječavanja prometnih nesreća u kojima sudjeluju autobusi provode se testiranja tehničke ispravnosti autobusa te se provode razne aktivnosti održavanja voznog parka autobusa. Navedeno je od izričitog značaja zbog rizika od smrtnog stradavanja velikog broja ljudi u slučaju prometne nesreće u kojoj je sudjelovao autobus.

**KLJUČNE RIJEČI:** autobus prigradskog tipa; alternativne vrste pogona; vozni park; tehnička ispravnost; održavanje

## **SUMMARY**

Bus transport is one of the most important modes of passenger transport in road transport. Recently, there has been an increase in the number of drivers and thus an increase in cars on the roads, which leads to increasing congestion of roads as well as environmental pollution. In order to reduce that, the mentioned bus transport can be the key to relieving the roads if it is well organized. Regular public passenger suburban transport is one of the most important subsystems in the road passenger transport system. This form of transport plays a significant role in connecting cities and their associated gravity areas. In order to reduce the environmental impact of buses, various types of alternative fuels are used, such as liquefied petroleum gas, compressed natural gas, fuel cells etc. In order to reduce traffic accidents involving buses, tests are performed on the technical correctness of buses and various fleet maintenance activities. This is of particular importance due to the risk of high number of fatalities in the event of an accident involving a bus.

**KEY WORDS:** suburban bus; alternative fuel types, fleet, technical correctness, maintenance

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. EKSPLOATACIJSKO TEHNIČKE ZNAČAJKE AUTOBUSA U FUNKCIJI REALIZACIJE PRIJEVOZNOG PROCESA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Tehničko - tehnološke značajke prijevoznih sredstava u cestovnom prometu.....	3
2.1.1. Tehnološke značajke putničkih cestovnih prijevoznih sredstava.....	4
2.1.2. Eksploatacijske značajke putničkih cestovnih prijevoznih sredstava .....	6
2.2. Povijesni razvoj autobusa .....	7
2.3. Razvoj autobusnog prijevoza u Republici Hrvatskoj .....	9
2.4. Tehnologija autobusnog prijevoza kao gospodarska aktivnost.....	10
2.5. Podjela autobusa.....	10
<b>3. LINIJSKI GRADSKO – PRIGRADSKI PUTNIČKI PRIJEVOZ .....</b>	<b>15</b>
<b>4. EKSPLOATACIJSKO TEHNIČKE ZNAČAJKE AUTOBUSA PRIGRADSKOG TIPA .....</b>	<b>19</b>
<b>5. PRIMJENA ALTERNATIVNIH POGONA KAO TREND U GRADSKO – PRIGRADSKOM PRIJEVOZU .....</b>	<b>24</b>
5.1. Dizelsko gorivo .....	24
5.2. Pogon na biodizel i njegove smjese .....	25
5.3. Stlačeni prirodni plin .....	25
5.4. Ukapljeni naftni plin.....	27
5.5. Hibridno – električni pogon .....	28
5.6. Pogon na gorive ćelije .....	29
5.7. Usporedba različitih pogona autobusa .....	31
<b>6. ZNAČENJE TEHNIČKE ISPRAVNOSTI I ODRŽAVANJA VOZNOG PARKA. 33</b>	
6.1. Definicija voznog parka i njegov sastav .....	33
6.2. Utvrđivanje tehničke ispravnosti tehničkim pregledom autobusa.....	35
6.3. Održavanje voznog parka .....	37
6.3.1. Pogodnost za održavanje i vrste održavanja .....	37
6.3.2. Modeli održavanja.....	39

6.3.3. Zalihe rezervnih dijelova i materijala za održavanje.....	40
<b>7. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>42</b>
POPIS LITERATURE.....	44
POPIS SLIKA.....	46
POPIS TABLICA.....	47
POPIS GRAFIKONA.....	48

# 1. UVOD

Autobus je sredstvo za rad u procesu proizvodnje prijevozne usluge. Analiziranje i unaprjeđivanje eksploatacijsko – tehničkih karakteristika autobusa nužno je kako bi se ovaj vid prijevoza konstantno unaprjeđivao i kako bi se mogao prilagoditi zahtjevima koji se pred njega postavljaju. Visoke cijene pogonskih goriva, zahtjevi korisnika usluga za pružanjem sve kvalitetnije prijevozne usluge, svijest o negativnom utjecaju na životnu sredinu čovjeka, smanjena potražnja u javnom prometu neki su od faktora koji pokazuju nužnost istraživanja i poboljšavanja autobusnog putničkog prijevoza u gradsko – prigradskom prijevozu.

Autobus kao nezaobilazan oblik javnog prijevoza u gradsko – prigradskom prijevozu u gradovima Hrvatske, ali i brojnim drugima gradovima Europe osnovni je motiv pisanja ovog završnog rada. Naslov ovog rada je Eksploatacijski pokazatelji autobusa prigradskog tipa s osvrtom na održavanje. Svrha rada je analizirati postojeće stanje autobusnog putničkog prijevoza u gradsko – prigradskom prijevozu te ukazati na probleme i zahtjeve koji se javljaju u autobusnom putničkom prijevozu i pokazuju nužnost analiziranja i unaprjeđivanja autobusnog putničkog prijevoza kako bi on mogao biti konkurentan u gradsko – prigradskom prijevozu. Ovaj rad podijeljen je u 7 cjelina, odnosno poglavlja:

1. Uvod
2. Eksploatacijsko tehničke značajke autobusa u funkciji realizacije prijevoznog procesa
3. Linijski gradsko – prigradski putnički prijevoz
4. Eksploatacijsko tehničke značajke autobusa prigradskog tipa
5. Primjena alternativnih pogona kao trend u gradsko – prigradskom prijevozu
6. Značenje tehničke ispravnosti i održavanja voznog parka
7. Zaključak

U drugom poglavlju opisane su tehničko – tehnološke i eksploatacijske značajke prijevoznih sredstava u cestovnom prometu općenito te u putničkom cestovnom prometu. Opisan je i razvoj autobusnog sustavu u svijetu te u Hrvatskoj te je opisana podjela autobusa i značaj autobusnog prijevoza kao gospodarske aktivnosti.

U trećem poglavlju definiran je linijski autobusni gradsko – prigradski putnički prijevoz i njegove osnovne značajke.

Četvrto poglavlje obuhvaća eksploatacijsko tehničke značajke autobusa prigradskog tipa kao jednog od tipa autobusa koji prometuju u svjetskom autobusnom prijevozu i koji je ujedno i primarni fokus ovog rada.

Peto poglavlje obuhvaća analizu pogonskih goriva koja se u manjoj ili većoj mjeri koriste u autobusnom gradsko – prigradskom prijevozu te mogućnosti unaprjeđenja autobusnog gradsko – prigradskog prijevoza primjenjivanjem novih tehnologija u proizvodnji i korištenjem alternativnih goriva i pogona što doprinosi smanjenju negativnog utjecaja autobusnog prijevoznog sustava na životnu sredinu čovjeka.

Šesto poglavlje čini opis značenja tehničke ispravnosti voznog parka te održavanja voznog parka. U svezi s time opisani su načini održavanja voznog parka, modeli nadzora zaliha rezervnih dijelova i materijala održavanja i dr.



U zaključku su opisana zaključna razmatranja vezana uz opisane teme.

## **2. EKSPLOATACIJSKO TEHNIČKE ZNAČAJKE AUTOBUSA U FUNKCIJI REALIZACIJE PRIJEVOZNOG PROCESA**

Zakonom o sigurnosti prometa na cestama i Zakonom o prijevozu u cestovnom prometu određena je osnovna definicija autobusa. Definicija iz navedenih zakona definira autobus kao motorno vozilo koje je pokretano snagom vlastitog motora, a osnovna mu je namjena prijevoz osoba i stvari na cestama. Osim sjedala za vozača autobus ima više od 8 sjedala. Autobus se također definira kao sredstvo za rad u prijevoznom procesu čijim korištenjem gospodarski subjekt, odnosno prijevoznik stvara dobit. Pritom autobus mora zadovoljavati određene uvjete za dobivanje licence za obavljanje prijevoza te također mora biti adekvatno opremljen. [1]

Autobus se također smatra i znakom prepoznatljivosti prijevoznika jer na mišljenje putnika o pojedinom prijevozniku znatno utječe izgled autobusa te ponašanje vozača. Navedeno prijevozno sredstvo postalo je i pokretno sredstvo marketinške promocije prijevoznika koje osim ulaganja u nabavu i održavanje ne iziskuje posebna financijska ulaganja. Na taj način autobusi postaju pokretne reklame koje u prometu vide i putnici koji putuju tim autobusom pri ulasku i izlasku, ali i svi ostali sudionici u prometu. Uz sve navedene definicije autobusa, valja spomenuti i da je autobus mjesto troška u mikroprometnom sustavu prijevozničke tvrtke. Navedeni segment nužno je temeljito proučavati zbog potrebe smanjenja troškova što je preduvjet održivog razvoja prijevoznika na prijevoznom tržištu u javnom autobusnom prometu. [1]

### **2.1. Tehničko - tehnološke značajke prijevoznih sredstava u cestovnom prometu**

S obzirom na obilježja procesa proizvodnje prijevozne usluge prijevoz putnika u cestovnom prometu s tehnološkog aspekta izravno je povezan s prosječnom duljinom prijevozne relacije pa se prema tome dijeli na:

- tehnologiju cestovnog prijevoza putnika na relacijama u gradskom prometu,
- tehnologiju cestovnog prijevoza putnika na relacijama u prigradskom prometu,
- tehnologiju prijevoza putnika na relacijama u međugradskom prometu,
- tehnologiju cestovnog prijevoza putnika u turističkom prometu. [2]

Prema navedenoj podjeli postoji više vrsta izvedbi autobusa koji svojim tehničko-tehnološkim značajkama moraju odgovarati svojoj osnovnoj namjeni i traženoj kvaliteti usluge. Sukladno namjeni autobusa i traženoj kvaliteti usluge određuje se vrsta nadgradnje putničkog prostora te po potrebi ugradnja prtljažnog prostora. Potreba za drugim pratećim sadržajima ovisi o duljine relacije i namjeni autobusa. Primjerice nužna je ugradnja sanitarnog čvora ukoliko duljina putovanja premašuje 700 km. Internet, TV, prodaja osvježavajućih pića također su neki od dodatnih sadržaja koje mogu imati autobusi u međugradskom ili turističkom prometu. [2]

Uspješnost tehnologije putničkog cestovnog prijevoza povezana je s elementima tehničkog sustava cestovnog prometa te o njima izravno i ovisi. U temeljne elemente tehničkog sustava cestovnog prometa svrstavaju se cestovna prijevozna sredstva, cestovna prometna infrastruktura te informacijski sustav. Da bi se odgovorilo na potražnju za prijevoznim

uslugama u cestovnom putničkom prometu nužan je stalan razvitak znanosti koji za posljedicu ima i tehnički razvitak koji omogućuje u relativno kratkom vremenu pronalazak novih tehnoloških rješenja koja mogu odgovoriti na zahtjeve potražnje. [2]

O namjeni autobusa kao prijevoznog sredstva u cestovnom prometu ovisi način na koji će biti izveden. Primjerice, autobusi namijenjeni međugradskom i međunarodnom prometu imaju isključivo sjedeća mjesta. Povećanje kapaciteta kod takvih autobusa u pravilu se postiže katnom izvedbom karoserije. Razina opremljenosti navedenih autobusa ovisi o duljini relacije na kojima prometuju, a razina udobnosti ovih autobusa znatno je veća u odnosu na autobuse u gradskom i autobuse u prigradskom prometu. Razina udobnosti znatno je niža kod prigradskih i gradskih autobusa, a njihov putnički kapacitet proizlazi iz omjera stajaćih i sjedećih mjesta, a povezan je sa željenom razinom prijevozne usluge koju određuje vlasnik poduzeća. Ovakvi autobusi niskopodne su izvedbe, a to u kombinaciji s većim brojem vrata omogućava brzu izmjenu putnika na autobusnim stajalištima. [2]

### **2.1.1. Tehnološke značajke putničkih cestovnih prijevoznih sredstava**

Tehničke značajke autobusa su unaprijed određene već u postupku njegove nabavke sukladno njegovoj namjeni i vrsti prijevozne usluge koju mora pružiti. Tehnološke značajke cestovnih prijevoznih sredstava predstavljaju tehničke značajke vozila povezane sa procesom proizvodnje prijevozne usluge u prometnom sustavu. Te značajke, odnosno elementi mogu biti od većeg ili manjeg značaja u procesu proizvodnje prijevoznih usluga.

Prema duljini prijevozne relacije i prema svrsi putovanja s tehnološkog aspekta proces proizvodnje prijevozne usluge u cestovnom putničkom prometu dijeli se na:

- tehnologiju prijevoza putnika u gradskom prometu,
- tehnologiju prijevoza putnika u prigradskom prometu,
- tehnologiju prijevoza putnika u međugradskom prometu,
- tehnologiju prijevoza putnika u turističkom prometu. [2]

Važnost pojedinog elementa, odnosno tehničke značajke mijenja se ovisno o vrsti tehničke značajke. Na primjer, ukoliko je kapacitet novonabavljenog autobusa 100 mjesta koje čini 75 stajaćih i 25 sjedećih mjesta i ako ima niskopodnu izvedbu i troja dvokrilna vrata onda ga navedene tehničke značajke s obzirom na tehnologiju proizvodnje prijevozne usluge svrstavaju u autobuse gradskog tipa. To znači da su njegove tehnološke značajke izravno vezane za proces proizvodnje prijevoznih usluga na relacijama u javnom linijskom putničkom gradskom prometu. [2]

Treba napomenuti da tehnološke značajke putničkih cestovnih prijevoznih sredstava izravno ili neizravno, u većoj ili manjoj mjeri određuju razinu efikasnosti procesa proizvodnje prijevozne usluge te izravno doprinose ekonomičnosti poslovanja prijevoznih poduzeća. Također, bitno utječu na svaku pojedinu tehnologiju prijevoza putnika u cestovnom prometu. Značenje pojedinih tehnoloških značajki mijenja se sukladno duljini prijevozne relacije te sukladno svrsi putovanja. Stoga se tehnološke značajke cestovnih putničkih prijevoznih sredstava dijele prema više kriterija.

Neke od podjela prema kriterijima kojima se dijele su:

- sigurnost putnika,
- podjela prema kapacitetu,
- brzina putovanja,
- podjela po starosnoj strukturi,
- podjela prema utjecaju na brzinu izmjene putnika,
- podjela prema snazi pogonskog motora,
- podjela prema utjecaju na udobnost,
- podjela prema utjecaju na potrošnju goriva,
- podjela prema homogenosti ili heterogenosti voznog parka po markama proizvođača. [2]

Pokazatelji se definiraju odnosom minimalno dvije veličine dok se koeficijenti definiraju kao omjer koji uključuje jednu promatranu veličinu. U nastavku će biti izdvojene neke tehničke veličine, pokazatelji i koeficijenti koji su među važnijima u procesu proizvodnje prijevozne usluge. Neki od njih su:

- pokazatelj specifične snage vozila ( $N_s$ ) - predstavlja omjer efektivne snage motora i najveće dopuštene mase vozila, mjerna jedinica mu je [kW/t],
- pokazatelj omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora ( $\eta_{sndm}$ ) – izračunava se kao omjer vlastite mase i efektivne snage motora vozila, mjerna jedinica mu je [kg/kW], valja napomenuti da je opisan pokazatelj ujedno i recipročna vrijednost pokazatelja specifične snage,
- pokazatelj kompaktnosti ( $\eta_k$ ) – omjer kapaciteta  $Q$  koji čini zbroj stajaćih i sjedećih mjesta s gabaritnom površinom vozila, ovaj pokazatelj povezan je sa razinom udobnosti putnika,
- kapacitet autobusa ( $Q$ ) – odgovara najvećem broju putnika pri punom iskorištenju predviđenih putničkih mjesta (stajaća i sjedeća), mjerna jedinica mu je putnička mjesta [PM],
- pokazatelj gabaritne površine po putničkom mjestu ( $\eta_{ppm}$ ), što je viša vrijednost ovog pokazatelja to je viša razina udobnosti putnika tijekom vožnje,
- koeficijent iskorištenja mase vozila ( $k_m$ ) – omjer vlastite mase i najveće dopuštene mase prijevoznog sredstva, vrijednosti ovog koeficijenta pokazuju ekonomičnost proizvodnje prijevozne usluge kroz potrošnju energije po jedinici prijeđenog puta ili prevezenom putniku i proizvodnost rada koja predstavlja broj prevezenih putnika po zaposlenom ili po prijevoznim jedinici,
- koeficijent sjedećih mjesta ( $k_s$ ) – pokazuje odnos broja sjedećih mjesta i ukupnog broja putničkih mjesta u promatranom prijevoznom sredstvu, izračun ovog koeficijenta vrši se samo za autobuse gradskog i prigradskog tipa jer ostali tipovi autobusa imaju isključivo sjedeća mjesta. Viša razina ovog koeficijenta označava i veću razinu udobnosti i sigurnosti putnika,
- vanjska gabaritna površina ( $P_g$ ) – izračunava se umnoškom duljine i širine prijevoznog sredstva. [2]

Tehnološke značajke koje su posebno značajne na relacijama u gradskom i prigradskom linijskom putničkom prijevozu vozila su visina poda putničkog prostora, broj vrata i njihova širina što utječe na brzinu ulaska i izlaska putnika. [2]

Na slici 1 prikazan je primjer gradskog tipa autobusa sa izraženim tehnološkim značajkama koje pridonose poboljšanju obavljanja prijevozne usluge u linijskom gradskom putničkom prometu, a to su: nizak pod putničkog prostora, velik broj ulaznih i izlaznih vrata te njihova širina. Navedene značajke pridonose brzim izmjenama putnika u linijskom gradskom putničkom prometu.



*Slika 1. Autobus u linijskom gradskom putničkom prometu*

Izvor: [3] <https://eurobus.hr/autobusi/gradski-autobusi/> (listopad 2021.)

### **2.1.2. Eksploatacijske značajke putničkih cestovnih prijevoznih sredstava**

Autobusi gradskog tipa i autobusi prigradskog tipa su vrlo učinkovita sredstva u putničkom prijevozu u urbanim sredinama. Potreba za povećanjem proizvodnje prijevoznih usluga navedenim tipovima autobusa javlja se u novije vrijeme zbog naglog rasta prometa i sve veće prometne zagušenosti u urbanim područjima grada i oko samih gradova. Zagušenost gradske prometne mreže uvelike usporava prometovanje osobnim automobilima, stoga prebacivanje dijela gradskog prometa osobnim automobilima na promet javnim gradskim putničkim autobusima uvelike pridonosi smanjenju zagušenja gradske mreže. Također, valja napomenuti kako autobusi u gradskom i prigradskom području imaju vrlo učinkovit broj

prevezenih putnika u jedinici vremena. S obzirom na navedeno, nužno je unaprijediti gradsko – prigradski putnički promet autobusima kako bi se smanjile prometne gužve i zagušenja. Da bi se to ostvarilo nužno je korisnicima usluga ponuditi relativno jeftin te brz i efikasan autobusni promet. [4]

Prilikom odabira odgovarajućeg vozila za javni gradski putnički prijevoz razmatra se niz čimbenika. Tu pripadaju:

- prometni čimbenici,
- tehnički čimbenici,
- ekonomski čimbenici,
- energetske čimbenici. [4]

U promatranju ekonomskih čimbenika potrebno je razmotriti sve troškove koji sudjeluju u ukupnim godišnjim troškovima po prijeđenom putu i prevezenom putniku. Tako u ekonomske čimbenike spadaju pogonski troškovi koje čine troškovi energije, održavanja i radnog osoblja. Navedeni troškovi su varijabilni odnosno promjenjivi ovisno o prijeđenom putu i o broju prevezenih putnika. S druge strane, postoje i fiksni troškovi koje čine troškovi investicijskih ulaganja koji ne ovise o prijeđenom putu autobusa, broju prevezenih putnika i ostalim eksploatacijskim čimbenicima. U investicijske troškove ubrajaju se troškovi nabavke vozila, troškovi rashodovanja vozila itd. Shodno tome, da bi se moglo reći da je primjena autobusa u gradskom i prigradskom prometu ekonomski opravdana na nekoj relaciji nužno je da bude prevezeno približno 750 putnika po satu. [4]

## **2.2. Povijesni razvoj autobusa**

Autobus je već nekoliko desetaka godina glavno prijevozno sredstvo putničkog prometa u gradskom i prigradskom putničkom prometu. Tome doprinosi dobra prilagodba autobusa urbanom razvoju gradova kao i dobra prilagodba svim oblicima prijevoznih zahtjeva korisnika. [5]

Da bi došlo do pojave i izuma autobusa, nužni su prvo bili izumi motora i osobnih automobila. Prvi motor s unutarnjim izgaranjem konstruirao je njemački inženjer Otto 1836. godine, a usavršio ga je 1875. godine. Deimler i Karl Benz konstruirali su novi motor 1887. godine. Karl Benz konstruirao je 1886. godine prvi automobil i tim događajem navedena godina postala je prekretnica u razvoju modernog cestovnog prijevoza. Prvi autobusi u javnom gradskom prometu pojavili su se u Velikoj Britaniji 1899. godine te u Njemačkoj 1903. godine. Godine 1920. dolazi do poboljšanja autobusnog prijevoza stavljanjem pneumatika na kotače autobusa, a istovremeno se radilo i na usavršavanju šasije. Između 1920. i 1930. godine dolazi do uvođenja dizelskog pogona autobusa što je dovelo do brzog rasta i razvoja autobusnog prometa u svim gradovima svijeta. Korištenje jeftinijeg goriva i velika efikasnost u upotrebi prednosti su dizelskog motora. Masovno širenje autobusa u gradovima dogodilo se ugrađivanjem hidrauličke umjesto električne transmisije. Prvi autobus sa hidrauličkom transmisijom uveden je 1939. godine u New York-u. U međuvremenu se radilo i na povećanju broja sjedišta u autobusu. [5]

Na slikama 2 i 3 prikazani su neki od ranih modela autobusa u putničkom gradskom prometu prve polovine 20. stoljeća. Pojavom autobusa, koji je značajniju ulogu počeo dobivati tridesetih godina 20. stoljeća radijus velikih gradova povećao se između 15 i 20 kilometara.



*Slika 2. Autobus iz 1917.godine*

Izvor: [6] [lockport-bus3-mcaac.jpg](http://lockport-bus3-mcaac.jpg) (727×435) ([umanitoba.ca](http://umanitoba.ca)) (listopad 2021.)



*Slika 3. Autobus Renault PN iz 1927.godine*

Izvor: [7] [transpress nz: 1927 Renault PN bus](#) (listopad 2021.)

### **2.3. Razvoj autobusnog prijevoza u Republici Hrvatskoj**

Autobusni prijevoz smatra se vrlo važnom djelatnošću u suvremenom gospodarstvu. Cestovni promet u gradovima urbanim razvitkom i pojavom sve više automobila na prometnicama postaje sve više zagušen. Kao što je u radu već ranije navedeno, značaj i doprinos autobusnog putničkog prometa u Hrvatskoj i svijetu je u rasterećenju prometa i smanjenju gustoće prometa cestovne mreže. [8]

Razvoj prometa primarno se odvijao na način da su se rekonstruirali i održavali postojeći prijevozni kapaciteti. Porastom mobilnosti stanovništva i porastom njihovog životnog standarda raste i prijevozna potražnja što je uzrokovalo ekspanziju cestovnog prometa. U sastavu bivše Jugoslavije hrvatske željeznice su tehničko-tehnološki zaostajale te je zbog toga došlo do daljnjeg prebacivanja na autobusni prijevoz. Velikom udjelu prijevoza putnika autobusima pridonijela su i smanjena ulaganja u druge prometne grane i prešutno favoriziranje cestovnog moda prijevoza. [8]

Osamostaljenjem Hrvatske 1990-ih počinje ubrzana izgradnja moderne cestovne prometne infrastrukture što dovodi do razvoja cestovnog prijevoza. Međutim, prometna politika koja se provodila u Hrvatskoj u sklopu bivše Jugoslavije dovela je do tehničkog zaostajanja autobusnog voznog parka u odnosu na zapadnoeuropske sredine te ostavila neravnomjernu razvijenost između kvalitete prometne infrastrukture i prijevoznih sredstava. Posljedice takve politike osjećale su se i u narednim godinama autobusnog prijevoznog sustava u Republici Hrvatskoj. [8]



## **2.4. Tehnologija autobusnog prijevoza kao gospodarska aktivnost**

Tehnologija autobusnog prijevoza kao gospodarska aktivnost predstavlja skup organiziranih poslova, mjera, radnji i postupaka u svrhu procesa proizvodnje prometne usluge. U svrhu ostvarenja racionalne i efikasne proizvodnje prometne usluge, uz prijevozna sredstva i prometnu infrastrukturu, nužna je i adekvatna organizacija poslovanja što uz primjenu potrebnih tehnoloških postupaka i faza omogućuje pružanje kvalitetne prijevozne usluge. [8]

Prometna politika i strategija razvoja autobusnog prijevoza uvelike utječe na putnički autobusni promet. S obzirom da je prijevozno tržište regulirano od strane političkih struktura na razini općina, gradova, županija i država, utjecaj prometne politike značajan je u sustavu javnog linijskog prijevoza. Prometna politika u kontekstu autobusnog prijevoza predstavlja skup svih mjera, postupaka, akcija i metoda koje poduzima nositelj prometne politike, a za cilj ima:

- osiguranje uspostave optimalnog prijevoznog sustava u autobusnom prijevozu putnika,
- zaštitu interesa korisnika usluga i poduzetništva u prijevozu,
- stvaranje uvjeta za daljnji razvoj prijevoznike djelatnosti,
- definiranje uvjeta za obavljanje djelatnosti autobusnog prijevoza,
- unaprjeđenje kvalitete prijevozne infrastrukture i suprastrukture
- unaprjeđenje svih elemenata autobusnog prijevoznog sustava koji će jamčiti kvalitetniju i ekonomičniju proizvodnju prijevozne usluge.

Prometna politika dio je ukupne gospodarske politike, a njena važnost povezana je s važnošću prometnog sustava za funkcioniranje društva i države. Ciljevi prometne politike provode se pomoću instrumenata prometne politike, a najznačajniji od njih vezani za autobusni prijevoz su:

- formiranje cijena prijevoza odobravanjem cijena od strane nadležnih tijela čime se štite interesi korisnika prijevoza,
- formiranje mreže autobusnih linija i registracija vozničkih redova,
- osiguravanje sigurnog i redovitog prometa definiranjem uvjeta koje moraju ostvariti svi subjekti u procesu proizvodnje autobusne prijevozne usluge,
- subvencioniranje autobusnog prijevoza,
- usmjeravanje investicijske politike. [8]

## **2.5. Podjela autobusa**

Autobus se smatra cestovnim putničkim prijevoznim sredstvom i pripada kategoriji motornih vozila jer se kreće cestom pogonom vlastitog motora. Prema Direktivi vijeća 96/53 EZ od 25. srpnja 1996. o utvrđivanju najvećih dopuštenih dimenzija u unutarnjem i međunarodnom prometu te najveće dopuštene mase u međunarodnom prometu za određena cestovna vozila, autobus se definira kao vozilo s više od 9 sjedala, uključujući vozačevo sjedalo koje je konstruirano i opremljeno za prijevoz putnika i njihove prtljage. Autobus može imati jedan ili dva kata te za sobom može vući prikolicu za prtljagu. [2]

Linijski autobusni prijevoz je osnovni oblik obavljanja javnog prijevoza, a karakterizira ga unaprijed definiran vozni red koji propisuje polazna, usputna i završna stajališta autobusa, vremensko razdoblje prometovanja i udaljenosti između autobusnih stajališnih postaja. Cijena autobusnog linijskog prijevoza je unaprijed propisana, javno objavljena i jednaka za sve korisnike. Sa stajališta prijevoznika karakteristika javnog prijevoza je njegova komercijalna namjena. Prijevozniku je cilj obavljanje javnog prijevoza na tržištu, odnosno pružanje prijevozne usluge od čije će naplate ostvariti ekonomsku dobit. [8]

Za cestovni linijski putnički prijevoz bitni su sljedeći elementi:

- najveća duljina motornog vozila je 12 metara, a zglobnog autobusa 18,75 metara,
- najveća širina za sva vozila je 2,55 metara, s nadgradnjom klimatiziranih vozila 2,6 metara,
- najveća visina 4 metra,
- svako vozilo u pokretu mora biti u stanju okrenuti se po brisanoj površini s vanjskim polumjerom od 12,5 metara te unutarnjim polumjerom od 5,3 metra.

Najveća dopuštena masa vozila za:

- dvoosovinska motorna vozila 18 tona,
- troosovinska motorna vozila 25 tona,
- četveroosovinska motorna vozila s dvjema upravljačkim osovinama 32 tona,
- troosovinski zglobni autobusi 28 tona.

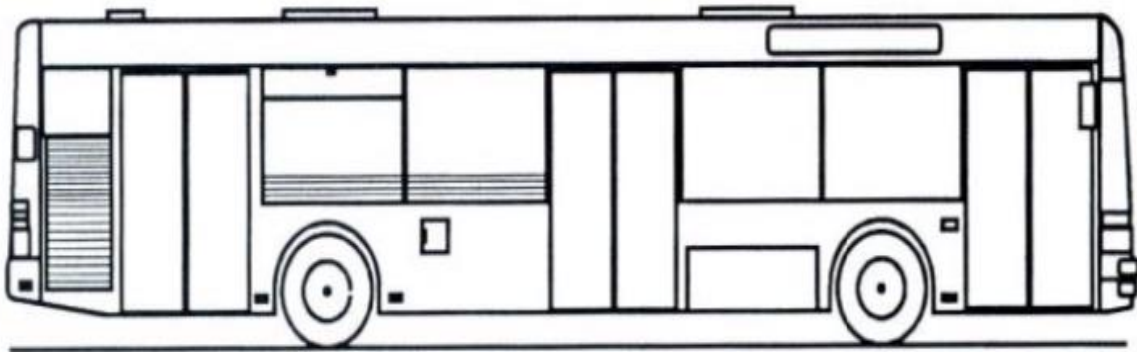
Najveće dopušteno osovinsko opterećenje vozila u linijskom putničkom prijevozu je:

- za jednostruke nepogonske osovine 10 tona, a za pogonske 11,5 tona,
- dvostruke osovine motornih vozila od 11,5 – 19 tona.

Primjera radi, gradski autobusi s obzirom na namjenu, broj putničkih mjesta, duljinu, izvedbu karoserije i broj osovina dijele se na dva osnovna oblika:

- dvoosovinski ili troosovinski s jednodijelnom karoserijom duljine 11 - 15 metara, koji ima 85 – 120 mjesta za putnike, troja dvokrilna vrata i neto masu 9 – 11 tona,
- zglobni troosovinski s dvodijelnom karoserijom duljine 15 – 18 metara, koji ima od 150 do 180 mjesta za putnike, četvora dvokrilna vrata i neto masu 15 – 17 tona [2].

Na slici 5 prikazan je standardni dvoosovinski autobus konstrukcijski izveden prema potrebama gradskog i prigradskog putničkog autobusnog prijevoza ranije opisanih u ovom radu, kao što su niskopodna izvedba putničkog prostora, troja široka dvokrilna vrata, dvije osovine i jednodijelna karoserija. Opisani elementi izvedbe ovakvog autobusa pridonose mogućnosti brze izmjene putnika na autobusnim stajalištima.



*Slika 4. Standardni dvoosovinski autobus*

Izvor: [10]

Autobuse se može podijeliti prema različitim kriterijima. Prema namjeni autobusa, odnosno prema duljini prijevozne relacije, moguće ih je generalno podijeliti u nekoliko skupina:

- autobusi gradskog tipa,
- autobusi prigradskog tipa,
- autobusi međugradskog tipa,
- autobusi turističkog tipa.

Gradski, prigradski i međugradski tip autobusa upotrebljava se u linijskom cestovnom putničkom prometu, dok se turistički tip autobusa upotrebljava na raznim prijevoznim relacijama. Upotreba turističkog tipa autobusa ovisi o raznim čimbenicima kao što su prostorni razmještaj turistički atraktivnih lokacija, razina životnog standarda putnika (korisnika usluga) te o ostalim čimbenicima koji su povezani s uvjetima pojedine države.

Prema vrsti prijevozne usluge autobusi se mogu podijeliti na:

- gradske,
- prigradske,
- međugradske,
- turističke,
- školske,
- autobuse opće namjene.

Autobusi određenih namjena mogu biti podijeljeni na dodatne podtipove ovisno o proizvođačima, zahtjevima korisnika ili pak specijalnim namjenama kao što su vojna, vatrogasna, bolnička i policijska namjena. Tako primjerice proizvođač marke IVECO dijeli autobuse u gradskom i prigradskom prometu na sljedeće podtipove:

- autobuse za brzi gradski prijevoz,
- gradske autobuse,
- autobuse za gradski centar,
- prigradske autobuse,

- školske autobuse. [2]

Na slici 6 prikazana je navedena podjela izvedbe nadogradnje autobusa za gradski i prigradski prijevoz proizvođača IVECO.



*Slika 5. Primjer tipova izvedbe nadogradnje autobusa proizvođača IVECO*

Izvor: [11]

Također, autobusi se mogu podijeliti u više skupina s obzirom na kapacitet. Dije se na:

- autobuse malog kapaciteta – minibus (namijenjene gradskom prijevozu na linijama manjeg opterećenja),
- autobuse srednjeg kapaciteta – midibus,
- autobuse standardnog kapaciteta,
- autobuse vrlo velikog kapaciteta – zglobnog konstrukcijskog sastava (katni i zglobni).

Nadalje, autobuse je moguće podijeliti prema pogonu na:

- autobuse pogonjene motorom s unutarnjim izgaranjem (dizel, stlačeni naftni plin, tekući prirodni plin, biodizel itd.),
- hibridne autobuse
- autobuse na električni pogon.

Autobusi na električni pogon su trend koji je nastao zbog porasta brige za okoliš i pokušaja smanjenja negativnih efekata motora s unutarnjim izgaranjem kao što su emisija ugljikovog dioksida i ostalih štetnih plinova, buka, vibracije itd.

Nadalje, prema Pravilniku o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama (NN 83/15) autobuse je moguće podijeliti na:

- Kategoriju M2 – autobusi za prijevoz osoba koji osim sjedala za vozača imaju više od 8 sjedala, a najveća dopuštena masa im je do 5 tona
- Kategoriju M3 – autobusi za prijevoz osoba koji osim sjedala za vozača imaju više od 8 sjedala, a najveća dopuštena masa im je veća od 5 tona.

Nadalje, autobuse još možemo podijeliti prema kriteriju glavne namjene koja određuje konstrukcijsku izvedbu putničkog prostora na sljedeće vrste:

- autobuse za prijevoz putnika na vrlo kratkim relacijama koje karakterizira putnički prostor koji ima isključivo stajaća mjesta, ovakav tip autobus koristi se u zračnim lukama, putničkim terminalima itd.,
- autobuse za prijevoz putnika na kraćim relacijama koje karakterizira putnički prostor i sa stajaćim i sa sjedećim mjestima, ovakav tip autobusa koristi se u gradskom i prigradskom autobusnom prijevozu,
- autobuse za prijevoz putnika na dužim relacijama koje karakterizira putnički prostor koji ima isključivo sjedeća mjesta, ovakav tip autobusa koristi se u međugradskom putničkom prometu, turističkom putničkom prometu, međunarodnom putničkom prometu itd. [2]

### 3. LINIJSKI GRADSKO – PRIGRADSKI PUTNIČKI PRIJEVOZ

Javni linijski prijevoz putnika u gradsko – prigradskom području je prijevoz koji se obavlja na određenim relacijama, a njegov je značaj u tome da se odvija prema unaprijed definiranom voznom redu, cijeni te ostalim općim uvjetima prijevoza. Linije javnog gradskog prijevoza u gradsko – prigradskom linijskom prijevozu registrira gradsko poglavarstvo. Spomenuti vozni red je akt koji u sebi sadrži:

- naziv prijevoznika,
- liniju na kojoj se obavlja prijevoz,
- vrstu linije,
- redoslijed autobusnih kolodvora,
- vrijeme polaska s autobusnog kolodvora te vrijeme dolaska na autobusni kolodvor,
- režim održavanja linije,
- razdoblje u kojem se održava linija,
- rok do kojeg važi vozni red. [5]

Na slici 7 prikazan je primjer voznog reda autobusne linije 234 koja prometuje u Zagrebu između Glavnog kolodvora, Kajzerice i Laništa na kojemu su vidljivi elementi koje sadrži svaki vozni red kao što je naziv prijevoznika, linija na kojoj se obavlja prijevoz, redoslijed autobusnih kolodvora, vrijeme polaska s autobusnog kolodvora, vrijeme dolaska na autobusni kolodvor itd.

GLAVNI KOLODVOR		RADNI DAN	LANIŠTE	
sat	minute	sat	minute	
4		4		
5	15	5	35	
6	00 50	6	25	
7		7	15	
8		8		
9		9		
10		10		
11	50	11		
12	40	12	15	
13	30	13	05 55	
14	20	14	45	
15	10	15	35	
16	00 50	16	25	
17	40	17	15	
18	30	18	05 55	
19	20	19	45	
20	10	20	35	
21	00 50	21	25	
22		22	15	
23		23		
0		0		

Slika 6. Primjer voznog reda autobusne linije 234 u Zagrebu

Izvor: [12] <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/2760/zet-od-ponedjeljka-dodatne-izvanredne-linije> (listopad 2021.)

Linijski gradsko – prigradski putnički prijevoz karakteriziraju sljedeće značajke:

- vozila se kreću između dvije krajnje stanice A i B,
- vozila se kreću po unaprijed utvrđenom voznom redu i po unaprijed utvrđenoj trasi,
- vozila se zaustavljaju na definiranim stajalištima na kojima se odvija izmjena putnika.

Navedene krajnje stanice A i B u linijskom putničkom gradskom prijevozu predstavljaju početni i završni terminal, a relacije između te dvije stanice naziva se dužina linije. Liniju čini trasa, stajališta i terminali. Trasa linije je unaprijed utvrđena putanja kretanja prijevoznih sredstava u gradsko – prigradskom putničkom prijevozu. Stajališta predstavljaju posebno izgrađenu i označenu prometnu površinu koja je predviđena za zaustavljanje autobusa, a namijenjena je tome da omogućuje ulazak i izlazak putnika iz autobusa. Terminali predstavljaju početna, odnosno završna stajališta na liniji. [5]

Uloga svake linije je u tome da pruži dvije funkcije; skupljanje/distribuciju putnika te njihov prijevoz na nekoj određenoj udaljenosti. Linije treba smjestiti u skladu sa većinom linija želja putovanja te sa što manje presjedanja.

Javni linijski putnički prigradski prijevoz jedan je od najznačajnijih podsustava u sustavu cestovnog putničkog prometa. Navedeni prijevoz ima značajnu ulogu u svakodnevnom povezivanju gradova i njima pripadajućih gravitirajućih naselja. U prigradskim linijama putnička potražnja je prema vrsti korisnika, odnosno namjeni putovanja identična putničkoj potražnji u gradskom prometu. Prigradske linije karakterizira znatno manja veličina i dinamika putničke potražnje u odnosu na gradsku potražnju. Do te razlike dolazi zbog razlike u veličini gradova i njima pripadajućih gravitacijskih područja. Osnovni tehnološki element razlike između gradskih i prigradskih linija je u frekvenciji polazaka. Prema frekvenciji polazaka gradska linija ima tijekom jednog sata više od 4 polaska po liniji dok prigradska linija ima do 4 polaska po liniji tijekom jednog sata. [2]

Postoje još neke razlike u linijama gradskog i linijama prigradskog prijevoza. Tako primjerice prigradske linije, koje su dulje od gradskih linija, nude prijevoznu ponudu za veći broj putovanja. Uz to, imaju i manje vrijeme zadržavanja na terminalima i omogućuju veći broj direktnih putovanja. S druge strane, gradske linije imaju veću efikasnost u operativnoj upotrebi s obzirom da su manje osjetljive na zastoje i otkazivanja u odnosu na prigradske linije. Gradske linije je također lakše organizirati jer u prigradskim linijama treba prilagoditi dugi obrt linije službama i povlačenju dijela voznih redova nakon vršnih perioda. [5]

Autobusna stajališta postavljaju se duž cijele linije na odgovarajućim udaljenostima. Za autobusna stajališta vrlo je važno da su u razini ulice jer ako nisu putnici moraju savladati stepenicu da bi ušli autobus. Većini to vjerojatno ne predstavlja problem, no osobama s invaliditetom, djeci, ljudima s kolicima itd. znatno je otežan ulaz i izlaz iz autobusa ako stajalište nije u razini ulice te bi to također dovelo do duljeg vremena potrebnog da se izmjene putnici na autobusnom stajalištu. Postoje određeni koncepti prema kojima bi se trebala određivati mjesta postavljanja autobusnih stajališta u gradsko – prigradskom putničkom prijevozu, a to su:

- postavljanje stajališta na velikim izvorima atrakcija (bolnice, trgovački centri, pošta, trgovci, škole...),

- stajalište mora biti izvedeno na način da ne ugrožavaju sigurnost prometa i pješaka,
- postavljanje stajališta na izlaznoj strani raskrižja korištenjem ugibališta,
- stajališta ne smiju ometati pristup ostalim posjedima itd.

Međustajališna udaljenost također je bitan parametar pri izvedbi autobusnih stajališta. Određuje se analizom čitave linije, analizom protoka putnika duž čitave linije te analizom broja putnika koji ulaze i izlaze na određenim mjestima linije.

Nadalje, udaljenost između stajališta određuje se prema:

- brzini autobusa,
- gustoći naseljenosti određenog područja,
- prosječnoj duljini putovanja putnika. [5]

U tablici 1 prikazano je određivanje udaljenosti među stajalištima u ovisnosti o području u kojoj se gradi i nalazi stajalište. Vidljivo je da se u središnjem dijelu grada stajališta postavljaju na manjoj udaljenosti nego u zonama oko središnjeg dijela grada, a stajališta su najviše razmaknuta u prigradskim zonama. Takvo postavljanje stajališta ovisi o gustoći naseljenosti područja. Prema tome, što je veća gustoća naseljenosti određenog područja, razmak između dva stajališta je manji.

*Tablica 1. Udaljenost među stajalištima u ovisnosti o gustoći naseljenosti područja*

<b>Područje</b>	<b>Međustajališna udaljenost (m)</b>
Središnji dio grada	250 - 550
Zona oko središnjeg dijela grada	500 - 750
Prigradska zona	600 - 1500

Izvor: [13]

Svako stajalište uzrokuje gubitak vremena u gradsko – prigradskom putničkom prijevozu zbog:

- kočenja radi približavanja stajalištu,
- izmjene putnika,
- ubrzavanja do brzine vožnje.

Odnos razmaka između stajališta i brzine vožnje autobusa dijametralno je suprotan. U prijevozu, što je razmak između stajališta na nekoj liniji kraći, to je brzina vožnje autobusa na toj liniji veća.

Autobusna stajališta u Republici Hrvatskoj određena su Pravilnikom o autobusnim stajalištima, stoga se autobusno stajalište određuje temeljem postupaka kojima se utvrđuje opravdanost zahtjeva predlagatelja za izgradnju autobusnog stajališta na javnoj cesti analizom:

- prijevoznih potreba korisnika prijevoza,
- autobusnih linija u cjelini te postojećeg rasporeda autobusnih stajališta,
- vršnog prometa i prosječnog godišnjeg dnevnog prometa,
- tehničkih elemenata javne ceste,



- sigurnosti prometa,
- odstupanja od postojeće razine prometne usluge ukoliko se ugradi novo autobusno stajalište.

Uzeći u obzir sve ranije navedene faktore koji utječu na postavljanje stajališta i vrijeme putovanja, uzima se da je optimalno vrijeme putovanja autobusa ukoliko su stajališta međusobno razmaknuta oko 550 metara. [5]

#### 4. EKSPLOATACIJSKO TEHNIČKE ZNAČAJKE AUTOBUSA PRIGRADSKOG TIPRA

Kao što je već ranije navedeno, s obzirom na značajke veličine i dinamike putničke potražnje u linijskom gradskom cestovnom putničkom prometu, moguće je definirati i značajke tehnologije prijevoza putnika prigradskim linijama. S obzirom na navedeno, postoje i razlike u proizvodnji prijevozne usluge između gradskih i prigradskih linija. U tehničkom smislu razlika između gradskih i prigradskih linija očituje se izvedbom putničkog prostora. U prigradske autobuse u većini slučajeva ugrađuju se samo sjedeća mjesta koja imaju veću razinu udobnosti u odnosu na gradske autobuse. Također, zbog niže razine putničke potražnje i nižeg stupnja intenziteta izmjene putnika nizak pod u konstrukciji autobusa nije bitan element proizvodnosti kod autobusa prigradskog tipa. Zbog nižeg stupnja intenziteta izmjene putnika, prigradski autobus ima manje vrata u odnosu na gradski. U pravilu, prigradski autobus izveden je s dvojim vratima, a često prigradski autobus ima i prtljažni prostor koji se nalazi na bočnim unutarnjim stranicama ispod poda putničkog prostora. [2]

Na slici 8 prikazan je model prigradskog autobusa marke SETRA sa izraženim karakteristikama ranije opisanim u ovom poglavlju, a to su: isključivo sjedeća mjesta, manji broj vrata u odnosu na gradske autobuse te ugrađen prtljažni prostor ispod poda putničkog prostora. Putnički prostor, čija je visina kod prigradskih autobusa oko 0,5 metara, utječe na to da prigradski autobusi nemaju niskopodnu izvedbu putničkog prostora kao što je to slučaj kod gradskih autobusa.



*Slika 7. Primjer modela autobusa prigradskog tipa marke SETRA*

Izvor: [14] <https://autoline.hr/-/prodaja/prigradski-autobusi/SETRA-S-415-UL> (listopad 2021.)

Prigradsku liniju karakterizira obavljanje prijevoza od početnog do završnog kolodvora. Na prigradskim linijama prevoze se putnici po unaprijed utvrđenoj liniji te prema unaprijed utvrđenom voznom redu. Prigradski autobus namijenjen je prijevozu putnika ne nešto većim udaljenostima nego što je to slučaj u gradskom prijevozu. Iako su sva mjesta sjedeća za razliku od gradskih autobusa, širina vrata je također bitan element kako bi se odvijala što brža izmjena putnika na autobusnim stajalištima. [2]

Na slikama 9., 10., 11. i 12. prikazani su različiti tipovi autobusa marke MAN čije će značajke biti opisane, odnosno uspoređene u nastavku poglavlja.



*Slika 8. Gradski autobus marke MAN Lion's City LE*

Izvor: [15]



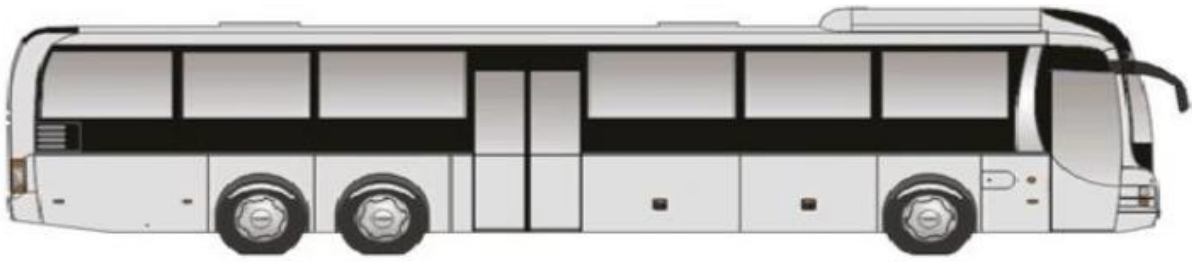
*Slika 9. Prigradski autobus marke MAN Lion's Regio*

Izvor: [15]



*Slika 10. Prigradski autobus marke MAN Lion's Regio C*

Izvor: [15]



*Slika 11. Prigradski autobus marke MAN Lion's Regio L*

Izvor: [15]

Prema podacima navedenim u tablici 2 u nastavku ovog poglavlja bit će uspoređene neke tehničke i tehnološke značajke različitih tipova gradskog i prigradskih autobusa marke MAN (slike 9., 10., 11., 12):

- u odnosu na model Lion's City LE, model Lion's Regio ima za 3,3 % veću površinu, model Lion's Regio C za 9,7 %, a model Lion's Regio L za 17,2 %,
- za razliku od gradskog tipa autobusa, prigradski autobusi imaju ugrađen putnički prostor, stoga je visina poda putničkog prostora kod prigradskih autobusa povišena za oko 0,5 metara,
- najveća dopuštena masa modela Lion's Regio L veća je u odnosu na sve druge modele za 38,3 %,
- u odnosu na model Lion's Regio, model Lion's Regio C je dulji za 6,2%, a model Lion's Regio L za 13,5%,
- model Lion's Regio C ima najdulji osovinski razmak, zahvaljujući tome ovaj model pruža putnicima najveću udobnost,
- modeli Lion's Regio i Lion's Regio C su po pokazatelju specifične snage na istoj razini, što rezultira istim dinamičkim svojstvima tih modela, no imaju različit putnički kapacitet,
- model Lion's Regio L ima za 25,4 % nižu razinu dinamičke sposobnosti zbog povećane duljine, vlastite mase i pri najvećem mogućem putničkom kapacitetu, shodno tome manja mu je brzina obrta, veće je vrijeme obrta vozila na liniji te je potreban veći broj vozila i angažiranih vozača,
- u odnosu na model Lion's Regio, volumen prtljažnog prostora povećan je kod modela lion's Regio C za 21,4% dok je kod modela Lion's Regio L povećan za 12%. [2]

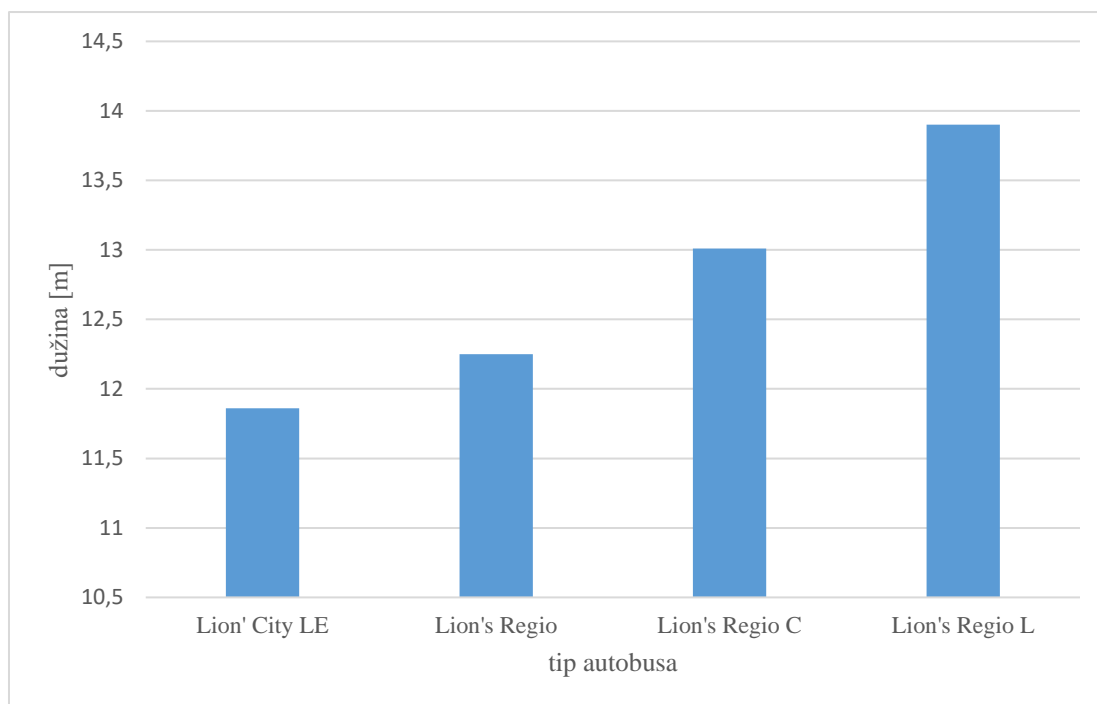
Tablica 2. Usporedba tehničko – tehnoloških značajki različitih tipova prigradskih autobusa marke MAN

Tehnički podaci	Lion' City LE	Lion's Regio	Lion's Regio C	Lion's Regio L
Dužina (m)	11,86	12,25	13,01	13,90
Širina (m)	2,55	2,55	2,55	2,55
Visina (m)	3,13	3,40	3,40	3,40
Osovinski razmak (m)	5,725	6,120	6,880	6,600/1,700
Prednji prevjes/stražnji prevjes (m)	2,669/3,453	2,780/3,350	2,780/3,350	2,780/3,350
Visina putničkog prostora (m)	2,53	2,21	2,21	2,21
Visina poda (m)	0,37	0,86	0,86	0,86
Visina ulaza (m)	0,32/0,32	0,35/0,35	0,35/0,35	0,35/0,35
Osovinsko opterećenje (kg)	7245/11500	7100/11500	7100/11500	7100/11500/6300
Najveća dopuštena masa (kg)	18000	18000	18000	24900
Broj sjedala	32-40	47-55	51-59	55-63

Izvor: [15]

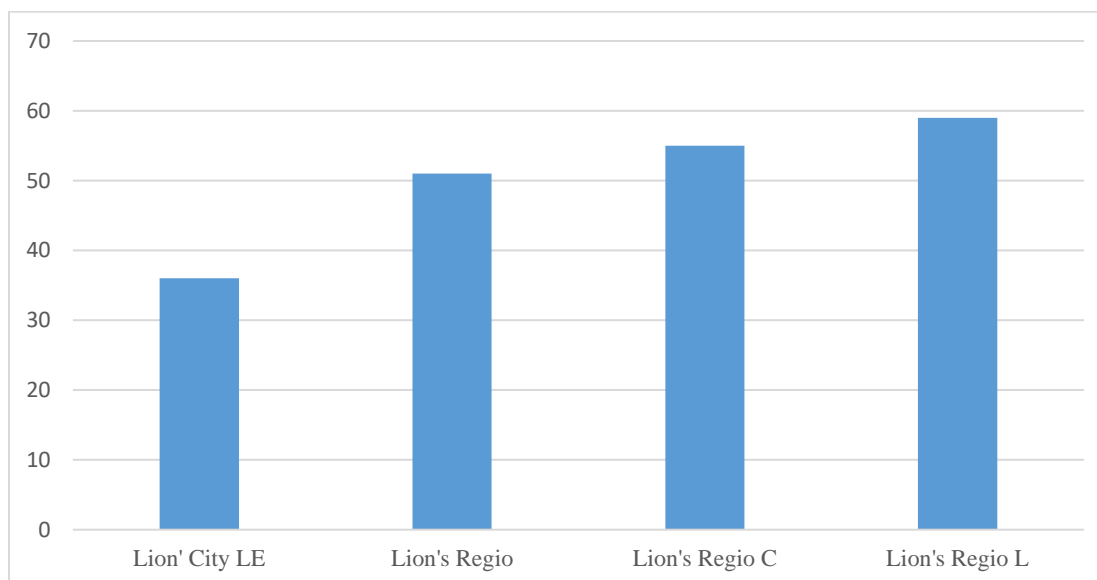
U grafikonima 1 i 2 prikazana je usporedba dužine pojedinih tipova autobusa te usporedba broja sjedala kod pojedinih tipova autobusa. U grafikonu 2 uzet je prosječan broj sjedala kod svakog tipa autobusa. Model Lion' City LE najkraći je i ima najmanje sjedala. Svaki sljedeći model nešto je dulji te ima veći broj sjedala za putnike. Analizom podataka prikazanih u grafovima 1 i 2 vidljivo je da je model Lion' s Regio u odnosu na model Lion' City LE dulji manje od pola metra, a u prosjeku mu se broj sjedala povećava za 15. Kod ostalih modela u odnosu na prethodni model prisutno je približno jednako povećanje broja sjedala s obzirom na povećanje duljine. Tako je model Lion' s Regio C dulji od modela Lion' s Regio približno 80 centimetara te mu je broj mjesta u odnosu na prethodni tip povećan za 4-5. Shodno tome, model

Lion' s Regio L dulji je približno 90 centimetara u odnosu na model Lion' s Regio C te u prosjeku ima 4 – 5 mjesta više u odnosu na prethodni tip autobusa.



*Grafikon 1. Usporedba dužina autobusa*

Izvor: [2]



*Grafikon 2. Prosječan broj sjedala autobusa*

Izvor: [2]

## **5. PRIMJENA ALTERNATIVNIH POGONA KAO TREND U GRADSKO – PRIGRADSKOM PRIJEVOZU**

Sva cestovna vozila, a posebno autobusi morat će manje trošiti fosilna goriva i manje negativno utjecati na okoliš. Fosilna goriva su sve traženija te će ih s vremenom biti sve manje i manje i zbog toga se ne može znati kakva će biti cijena fosilnim gorivima kroz nadolazeće vrijeme. Također, o očuvanju životne sredine puno se više briga vodi danas nego što je to bio slučaj u prošlosti te se u skladu s tim uvode stroge zakonske regulative. Alternative su brojne, no nisu sve jednako korisne, stoga će biti potrebno istraživanje i pronalaženje odgovarajućih alternativa kako bi se popravilo trenutno stanje. To naravno neće biti moguće preko noći, već je nužno uložiti godine rada kako bi se po navedenom pitanju nešto promijenilo. [16]

Uz razne nove pristupe u organizaciji autobusnog prijevoza te primjenu novih tehnologija u autobusnom prijevozu, autobusni promet u gradsko – prigradskom prijevozu može imati značajan utjecaj na ukupnu potrošnju fosilnih goriva, zaštitu životne sredine te na smanjenje emisija stakleničkih plinova. Ipak, treba napomenuti da nisu samo autobusi zagađivači okoliša u gradsko – prigradskom prometu. Primjerice, stari autobus koji u velikoj mjeri onečišćuje okoliš te troši puno goriva, manje šteti okolišu nego nekoliko automobila i motorkotača. Jasno je da ukoliko autobus korisnicima ne pruža odgovarajuću udobnost te ne pruža uslugu po prihvatljivim cijenama, njegov pogon može biti takav da uopće ne šteti okolišu no to svejedno neće znatno smanjiti broj automobila i motorkotača u gradsko – prigradskom cestovnom prometu. Stoga je jedan od načina smanjenja potrošnje fosilnih goriva i zaštite životne sredine dobra organizacija javnog prometa i autobusi koji će za cijenu usluge pružati odgovarajuću potrebnu uslugu u smislu udobnosti i efikasnosti te na taj način privući veći broj korisnika. Stoga, uspješnost svake alternative u pogonu autobusa ovisit će prvenstveno o omjeru cijene i učinkovitosti prijevoza, a ne o vrsti pogona autobusa. U nastavku poglavlja bit će opisana pogonska goriva koja se u većoj ili manjoj mjeri koriste u autobusnom gradsko – prigradskom prijevozu. [16]

### **5.1. Dizelsko gorivo**

Dizelske motore karakterizira velika štedljivost, dugi vijek trajanja te niski troškovi održavanja. No, veliki su zagađivači životne sredine, osobito po količini dušičnih oksida, krutih čestica te toksičnih ugljikovodika. Također, postoje i dokazi o kancerogenosti produkata izgaranja dizelskog goriva. Unatoč tome što novije tehnologije u proizvodnji i izvedbi dizelskih motora dovode do smanjenja štetnih utjecaja ovakvih motora na okolinu i dalje je onečišćenje okoline dizelskim gorivima preveliko.

Čistoća ispušnih plinova ne postiže se samo poboljšavanjem motora, već i novim tehnologijama koje omogućuju veću čistoću goriva. Pažnja se najviše obraća na sadržaj sumpora te postupno uklanjanje dušikovih oksida. Stoga je za očuvanje životne sredine, uz primjenu novih tehnologija u izradi dizelskih motora, nužno proizvoditi čišće dizelsko gorivo. Cijena takvog goriva uz primjenu novih tehnologija bit će odlučujući čimbenik u rješavanju pitanja zaštite životne sredine i u smanjenju ispušnih plinova. [16]

## 5.2. Pogon na biodizel i njegove smjese

S obzirom da je Europska unija (u daljnjem tekstu EU) naredila zamjenu nafte oko 6 % do 2010. godine i oko 20% do 2020. godine, biodizel je u zemljama članicama EU postao široko primjenjivano gorivo. Biodizel ima neke sličnosti sa običnim dizelom, no postoje značajne razlike između ove dvije vrste goriva. Biodizel u svom sastavu sadrži 11% masenih udjela kisika te ne sadržava sumpor i aromatične ugljikovodike. Biodizel ima mazivna svojstva koja su zadovoljavajuća, ali je agresivan prema brtvama, posebno ako se radi o stopostotnom biodizelu. Može se skladištiti u istim spremnicima kao i dizel, no ima kraći vijek mogućnosti skladištenja. Smjese sa 20% biodizela smanjuju emisije krutih čestica za 30%, ugljikovodika za oko 50%, ako se pritom koristi katalizator. Valja napomenuti da biodizel nema nikakvog učinka na smanjenje dušikovih oksida, no može smanjiti emisiju stakleničkih plinova do 30%. Što se tiče primjene biodizela u pogonima autobusa u gradsko – prigradskom prometu mogu se izvući neki zaključci:

- biodizel ne smanjuje nosivost vozila i anatomiju vozila u odnosu na obični dizel,
- biodizel koji se proizvodi iz rabljenih jeftinih ulja je znatno jeftiniji od biodizela koji se proizvodi iz uljarica,
- mnogo je jednostavniji od prelaska na druge vrste alternativnih goriva jer se može miješati s običnim dizelom,
- ima manje učinke smanjenja ispušnih plinova u odnosu na druge alternativne pogone,
- među svim alternativnim gorivima i pogonima, biodizel daje najveće smanjenje emisije stakleničkih plinova. [16]

## 5.3. Stlačeni prirodni plin

Prirodni plin definira se kao jednostavan ugljikovodik koji sadrži od 85% - 99% metana i sasvim malo sumpora. Često izgara pa je pogodan kao pogonsko gorivo, a mnoge ga zemlje imaju u velikim količinama pa nije skup. Autobusi mogu biti izvedeni tako da su originalno namijenjeni da budu pogonjeni na stlačeni prirodni plin ili se pak dizelski autobusi mogu prenamijeniti tako da budu pogonjeni na stlačeni prirodni plin. Nedostatci prirodnog plina kao pogonskog goriva očituju se u nekoliko stvari:

- plin se mora spremati u velike i skupe cilindrične spremnike na vozilu koji su nekad teški do 1 tone zbog niske energetske gustoće metana,
- uz preradu motora i druge preinake, autobus na stlačeni prirodni plin skuplji je od dizelskog autobusa,
- infrastruktura za spremanje i pretakanje plina za jedan autobusni sustav može koštati više milijuna eura u ovisnosti o postojećoj infrastrukturi za dobavu i postojećoj sigurnosnoj regulativi.

Prirodni plin može izgarati na više načina u motorima s unutarnjim izgaranjem te se iz tog razloga može primjenjivati i u dizelskim i u benzinskim motorima. Kod dizelskih motora prisutna je veća količina dušikovih oksida u produktima izgaranja, no sva vozila na stlačeni prirodni plin imaju manju količinu krutih čestica u produktima izgaranja. Smanjene emisije



štetnih plinova kod ove vrste pogona ovise o vrsti izvedbe no općenito se može reći da autobusi na stlačeni prirodni plin emitiraju 40 – 86% manje krutih čestica i 38 – 58% manje dušikovih oksida u odnosu na dizelske autobuse. Količina emisije dušikovih oksida ovisi o namještenosti motora, stoga je od iznimne važnosti da to bude izvedeno na kvalitetan način. Stlačeni prirodni plin u odnosu na dizel emitira veće količine ugljikovih monoksida, ugljikovodika i nereaktivnog metana koji je potencijalni staklenički plin. [16]

Prednosti stlačenog prirodnog plina očituju se u:

- dužem vijeku trajanja motora,
- komponente u vozilu ostaju čišće zbog boljeg izgaranja plina,
- manjem trošku servisiranja,
- poticaju od strane države za ugradnju prirodnog plina,
- boljoj učinkovitosti,
- manjoj buci motora,
- smanjenju neugodnih mirisa.

Uz navedene prednosti, valja navesti i nedostatke stlačenog prirodnog plina kao pogonskog goriva:

- povećana težina spremnika za 5 – 7 puta,
- spremnik pod visokim tlakom,
- manja snaga motora,
- mali broj punionica,
- teško predvidivo kretanje cijena goriva,
- visoke investicije,
- nužnost periodičnog ispitivanja rezervoara itd. [5]

Autobusa pogonjenih na stlačeni prirodni plin tako je primjerice u Europi 2002. godine bilo 2500, od toga najviše u Italiji, Njemačkoj, Grčkoj i Švedskoj. Otprilike u isto vrijeme, u SAD-u je bilo 5000 ovakvih autobusa što je čak duplo više nego u čitavoj Europi. Tih 5000 autobusa na stlačeni prirodni plin predstavljalo je 9% ukupnog broja autobusa u SAD-u, dok je u odnosu na druge alternativne pogone, pogon autobusa na stlačeni prirodni plin u SAD-u zauzimao čak 97%. Pojavom novih tehnologija u posljednjim godinama kao što je hibridno – električni pogon, trend što većeg broja autobusa na stlačeni prirodni plin postupno opada. [16]

Na slici 13 prikazan je autobus marke MAN koji je pogonjen na stlačeni prirodni plin. Primjer je upotrebe i primjene alternativnih goriva u gradsko – prigradskom autobusnom prometu.



Slika 12. Autobus marke MAN pogonjen na stlačeni prirodni plin

Izvor: [17] <http://www.bus.man.eu/global/en/city-buses/man-lions-city-cng/bus-of-the-year-2015/Bus-of-the-Year-2015.html> (studeni 2021.)

#### 5.4. Ukapljeni naftni plin

Ukapljeni naftni plin definira se kao nusproizvod rafiniranja nafte koji na niskom tlaku prelazi u tekuće stanje. Ova vrsta pogonskog goriva je smjesa propana, etana i butana. Zbog tekućeg stanja, ima znatno veću energetska gustoću u odnosu na stlačeni prirodni plin. Sukladno tome, ima i prednosti u pogledu performansi, troškova i autonomije vozila. Uz to, ima i dobre značajke izgaranja s niskom količinom emisije dušikovih oksida. Unatoč navedenim prednostima, uporaba navedenog energenta nije široke primjene. Ova vrsta pogonskog goriva koristi se najviše u zemljama gdje je ukapljeni naftni plin dostupan i jeftin. Primjer takvih zemalja su Japan i Nizozemska. [16]

Prednosti kod punjenja ukapljenog naftnog plina (UNP) očituju se u:

- punjenje ukapljenim naftnim plinom traje jednako i dugo i također je jednostavno kao i punjenje benzinom ili naftom,
- UNP je spremljen kao tekućina, plaća se po litri i ubrizgava se kroz crijevo u spremnik za gorivo,
- ne može se slučajno natočiti benzin ili dizel jer je vrh štrcaljke točno odgovara otvoru za punjenje na vozilu,
- vozila na UNP kao i vozila na benzinski i dizelski pogon imaju na kontrolnoj ploči indikator razine goriva u spremniku.

Prednosti ukapljenog naftnog plina u pogledu zaštite okoliša su:

- UNP je jedno od najčišćih goriva, njegovim izgaranjem nastaje manje ugljikovog dioksida nego kod benzina te manje dušikovog oksida nego kod dizelskog goriva,
- u gradsko – prigradskom prometu, prosječno jedno dizelsko vozilo emitira istu količinu krutih čestica kao 120 vozila na UNP i isto dušičnih oksida kao 20 vozila na UNP,

- izgaranjem se oslobađa manje čađe te je znatno smanjena emisija sumpornih spojeva,
- uporabom UNP-a u gusto naseljenim područjima znatno se poboljšava kvaliteta zraka te se smanjuje mogućnost nastanka kiselih kiša. [5]

U Europi je tako primjerice 2000. godine bilo 1400 autobusa na ukapljeni naftni plin, najviše u Austriji, Danskoj, Nizozemskoj i Francuskoj. Primjer grada koji koristi ovakav pogon za autobuse je grad Beč koji već dugi niz godina koristi autobusnu flotu na ukapljeni prirodni plin. Prema analizama iz Beča, utvrđeno je da autobusi na ukapljeni naftni plin imaju veće emisije dušikovih oksida u odnosu na dizelske autobuse, ali se upotrebom katalizatora te štetne emisije mogu smanjiti za čak 80% više nego što je to slučaj kod autobusa s dizelskim motorima. Po pitanju cijene goriva, bečki prijevoznik imao je uštedu oko 50% po prijeđenom kilometru, dok su troškovi nabave i održavanja skuplji za 5 – 10% u odnosu na autobuse na dizelski pogon. Procijenjeno je da je povrat investicije moguć za 13 godina ukoliko je eksploatacija na razini od 50000 kilometara godišnje. [16]

## **5.5. Hibridno – električni pogon**

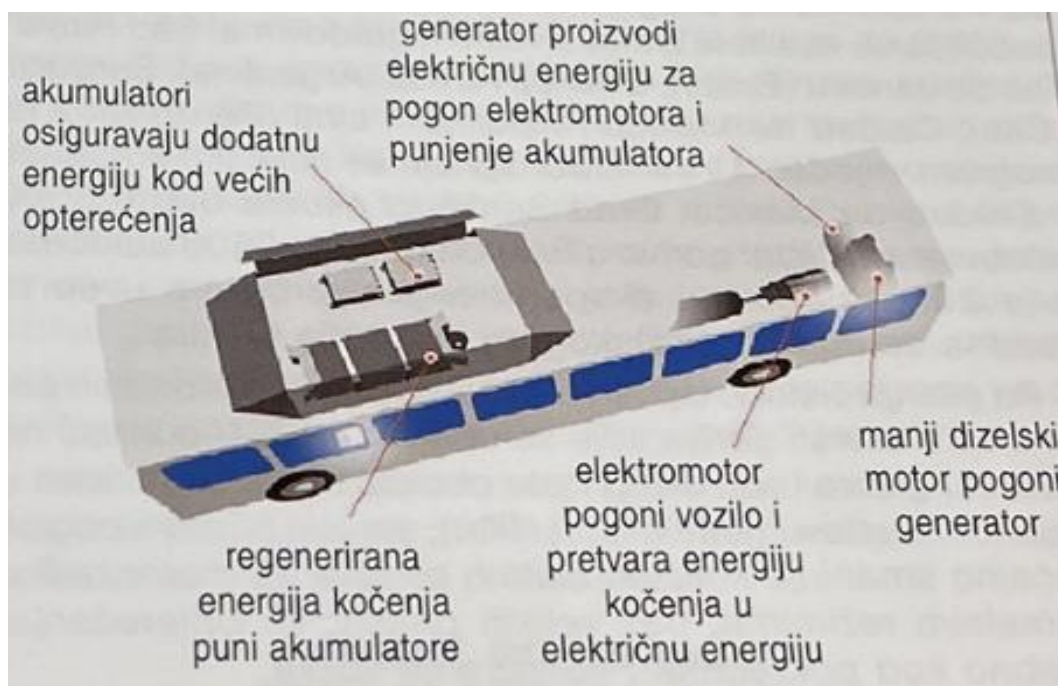
Kao trend koji je sve više popularan i sve se više pojavljuje u svijetu pojavio se hibridno – električni pogon. To je kombinacija pogona s motorom s unutarnjim izgaranjem i električnog pogona. Električni pogon u ovakvom tipu pogona na autobusima služi za prihvatanje energije iz dizelskog motora i njenu daljnju distribuciju. Kada se iz dizelskog motora uzima više energije nego što je potrebno, višak energije se sprema u akumulator ili neki drugi spremnik, a kada je vozilu potrebno više energije, dodatna potrebna energija uzimat će se iz akumulatora, odnosno spremnika. Kako postoje električni strojevi u pogonskom lancu i spremnik energije, također se i energija kočenja može pretvarati u električnu energiju te potom spremati u spremnik. S obzirom na navedeno, može se zaključiti da se hibridno – električni pogon temelji na maksimiziranju energetske učinkovitosti goriva, odnosno izvlačenju maksimalne količine korisne energije iz goriva.

Prvi ovakav pogon u gradsko – prigradskom autobusnom prijevozu pojavio se u New Yorku. Tvrtka po imenu New York City Transit pustila je 1998. godine u pogon 10 ovakvih autobusa. Kroz par godina, broj ovih autobusa porastao je na čak 800. Prema ispitivanjima napravljenim s određenim vrstama hibridnog pogona na ciklusu vožnje New Yorka, autobusi na ovakav pogon trošili su 25 – 30% manje goriva u odnosu na obične dizelske autobuse. Zahvaljujući učinkovitijem radu motora i obnavljanju jednog dijela energije kočenja ušteda goriva kod hibridnih pogona je značajna unatoč činjenici da su hibridni autobusi teži od običnih dizelskih.

Hibridni autobusi u kombinaciji s dizelskim motorom su atraktivni prijevoznicima zbog postojeće infrastrukture te pouzdanosti dizelskih motora. Valja napomenuti da hibridni pogon, osim u kombinaciji s dizelskim gorivom, može biti izveden i u kombinaciji s bilo kojim drugim alternativnim gorivom, na primjer prirodnim plinom. Cijena hibridnih autobusa znatno je veća u odnosu na dizelske autobuse. Tako je primjerice 2000. godine cijena hibridnog autobusa u SAD-u bila 1 milijun USD. Porastom broja autobusa na hibridni pogon, cijena je kroz par godina pala na 400 tisuća USD, no to je i dalje znatno više u odnosu na cijenu dizelskog

autobusa. Također, cijena akumulatora hibridnog autobusa je vrlo visoka i predstavlja problem kod prijevoznika da se odluče na ovakav oblik pogona u autobusima. S druge strane, ušteda kod hibridnog pogona može se ostvariti u pogledu potrošnje goriva. Ukoliko se promatra uzorak od jednog milijuna prijeđenih kilometara autobusa, autobus na hibridni pogon potrošit će minimalno 100 tisuća litara goriva manje. Osim novčane uštede, valja napomenuti i smanjenje štetnih utjecaja ispušnih plinova na životnu sredinu jer ukoliko je potrošeno 100 tisuća litara goriva manje, znači da je toliko litara goriva manje izgorjelo u okolini. Prednosti hibridnog pogona očituju se i u tome što mogu voziti na standardnom dizelu sa smanjenom količinom štetnih plinova i sa smanjenom bukom, istom infrastrukturom za dobavu goriva i istovremenom značajno manjom potrošnjom goriva. Ovaj pogon otvara put ka novim tehnologijama koje će u budućnosti dominirati u autobusnom gradsko – prigradskom prometu. Ipak, još uvijek zbog potrebnih visokih investicija u nabavu i održavanje autobusa na hibridni pogon ovakav pogon nije dostupan velikom broju prijevoznika. [18]

Na slici 14 opisan je način primjene ranije u ovom poglavlju spomenutog hibridno – električnog pogona u gradsko – prigradskom autobusnom prometu.



Slika 13. Autobus na hibridno – električni pogon

Izvor: [18]

## 5.6. Pogon na gorive ćelije

Gorive ćelije su pretvornik kemijske energije vodika u električnu energiju i imaju potencijal za zamjenu motora s unutarnjim izgaranjem. Razvoj gorivih ćelija omogućuje i predstavlja stvarnu mogućnost za postizanje održive pokretljivosti. Imaju visok stupanj iskoristivosti, ne proizvode buku te nemaju pokretnih dijelova. Kod gorivih ćelija struktura

pogona slična je hibridno – električnom pogonu samo što su motor s unutarnjim izgaranjem i generator zamijenjeni gorivim ćelijama. Gorivo kod ovog oblika pogona je čisti vodik, a produkt izgaranja je vodena para. Osim čistog vodika, kao pogonska goriva u ovom obliku pogona, mogu se još koristiti i druga goriva koja su bogata vodikom, a to su prirodni plin, metanol itd. U toj situaciji na vozilo se ugrađuje reformer koji proizvodi vodik. Za razliku od čistog vodika, kada je pogonsko gorivo prirodni plin ili metanol osim vodene pare kao produkt izgaranja pojavljuju se i manje količine ugljikovog dioksida i manje količine drugih nečistoća. Da bi ovaj pogon zaživio i postao šire primjenjivan autobusni pogon potrebno je prvo uložiti sredstva u izgradnju potrebne infrastrukture za dopremu i skladištenje goriva te definirati regulativu u vezi sa zaštitom okoliša.

Unatoč tome što su gorive ćelije pogon s nultom emisijom plinova kada je čisti vodik u pitanju, valja napomenuti da proizvodnja čistog vodika ipak onečišćuje prirodu. Vodik se može proizvoditi elektrolizom iz vode u postrojenjima koja su pogonjena fosilnim gorivima te u tom slučaju ukupno zagađenje okoliša gledajući i proizvodnju goriva i eksploataciju autobusa može biti veće nego kod dizelskih autobusa. U slučaju proizvodnje vodika na samom vozilu, npr. Iz metanola, zagađenja su puno manja te zadovoljavaju norme u vezi sa zaštitom okoliša. Autobusi su vrlo pogodni za primjenu pogona na gorive ćelije jer se cijela flota autobusa može opskrbljivati gorivom iz jednog mjesta te može imati specijaliziranu radnu snagu za poslove manipulacije s gorivom, za poslove održavanja itd. Također, autobusi su pogodni za ovaj oblik pogona jer imaju dovoljno mjesta za smještaj ukupne strukture pogona. S obzirom da su zahtjevi za očuvanje okoliša po pitanju emisije štetnih plinova, buke itd. sve stroži, ovaj oblik pogona je definitivno rješenje kojem treba težiti. [18]

Na slici 15 prikazan je primjer autobusa pogonjenog na vodik koji predstavlja primjer unaprjeđenja gradsko – prigradskog i općenito čitavog autobusnog prijevoza.



Slika 14. Autobus na vodik

Izvor: [19] <http://www.hydrogen-motors.com/mercedes-benz-citaro-fuel-cell.html> (studeni 2021.)

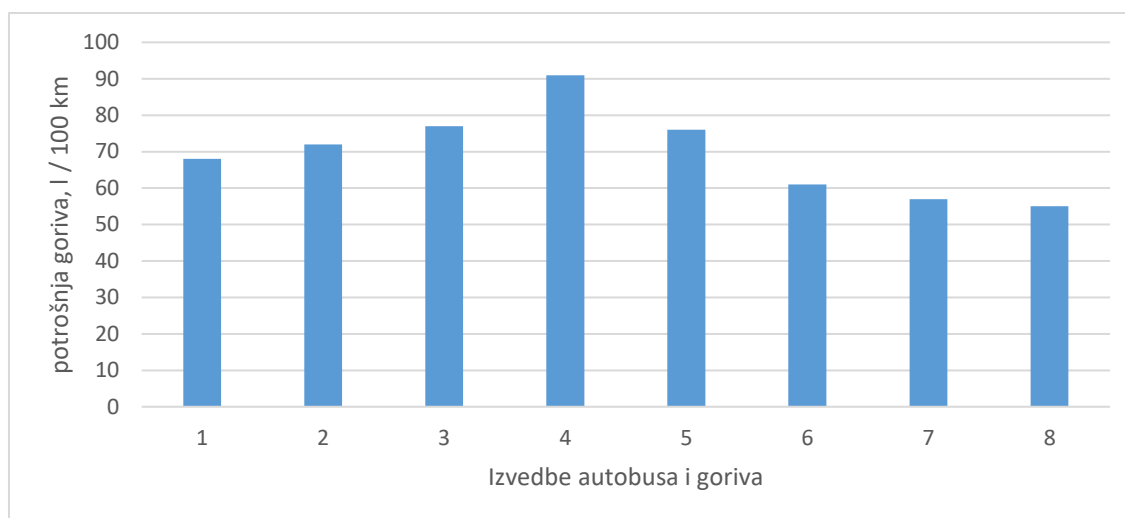
## 5.7. Usporedba različitih pogona autobusa

Svaka vrsta pogona koja se primjenjuje kod autobusa prigradskog tipa ima svoje prednosti i nedostatke kao što je i navedeno u 5. poglavlju ovog rada. U ovom potpoglavlju bit će prikazana usporedba pojedinih tipova autobusa s obzirom na njihov pogon te njihove razlike s obzirom na potrošnju goriva, nabavnu cijenu i pripadajuće troškove.

U grafikonu 3 prikazana je potrošnja goriva na 100 kilometara pojedinog tipa autobusa za ciklus vožnje u New Yorku. Uspoređeno je 8 različitih tipova autobusa:

- 1 – NB RTS na uobičajeni dizel,
- 2 – NB RTS na dizel bez sumpora,
- 3 - NF C40 NA SPP,
- 4 – Orion V na SPP,
- 5 – Neoplan na SPP,
- 6 – NB RTS Hybrid na ultraniskosumporni dizel,
- 7 – Orion VI Hybrid na dizel bez sumpora,
- 8 – Orion VI Hybrid na SPP.

Vidljivo je da najveću potrošnju goriva na 100 kilometara ima autobus tipa Orion V pogonjen na stlačeni prirodni plin te njegova potrošnja iznosi nešto više od 90 litara na 100 kilometara. Znatno manju potrošnju, oko 75 litara na 100 kilometara imaju autobusi NF C40 pogonjen na stlačeni prirodni plin i autobus marke Neoplan pogonjen također na stlačeni prirodni plin. Nešto nižu potrošnju, oko 70 litara na 100 kilometara imaju autobusi NB RTS pogonjen na uobičajeni dizel i NB RTS pogonjen na dizel bez sumpora. Najnižu potrošnju imaju hibridni tipovi autobusa na grafu prikazani brojevima 6, 7 i 8 te njihova potrošnja iznosi između 55 i 60 litara na 100 kilometara.



*Grafikon 3. Usporedna potrošnja goriva različitih tipova autobusa*

Izvor: [18]

U tablici 3 prikazan je odnos vrste pogona primjenjivanog kod autobusa i pripadajuće cijene autobusa izražene u američkim dolarima (USD). Nabavna cijena autobusa s dizelskim motorom sa suvremenim upravljanjem koji ispunjava norme Euro III ili bolje kreće se od 180 – 380 tisuća USD. Dodatni troškovi koji su prisutni kod ovog tipa autobusa su troškovi niskosumpornog dizela koji su veći u odnosu na troškove za običan dizel. Nabavna cijena autobusa pogonjenih na stlačeni prirodni plin ili ukapljeni naftni plin iznose od 25 – 50 tisuća USD više nego za dizelski autobus. Dodatni troškovi očituju se u infrastrukturi za opskrbu plinom koja može koštati nekoliko milijuna USD. Cijena hibridno – električnih autobusa iznosi od 75 – 150 tisuća USD više nego za dizelski autobus. Dodatne troškove za ovu skupinu autobusa čine troškovi obuke, troškovi održavanja te troškovi za nadoknadne dijelove. Autobusi na gorive ćelije mogu koštati i do milijun USD više od dizelskih, a njihovi dodatni troškovi su troškovi za infrastrukturu za opskrbu vodikom koji iznose više milijuna USD.

*Tablica 3. Cijene različitih vrsta gradsko – prigradskih autobusa i pratećih troškova.*

VRSTA	CIJENA AUTOBUSA, USD
Autobusi s dizelskim motorom sa suvremenim upravljanjem koji ispunjavaju norme Euro III ili bolje	180 000 – 380 000
Autobusi na SPP ili UNP	25 000 – 50 000 više nego dizelski
Hibridno – električni autobusi	75 000 – 150 000 više nego dizelski
Autobusi na gorive ćelije	Do 1 000 000 više nego dizelski

Izvor: [18]

## **6. ZNAČENJE TEHNIČKE ISPRAVNOSTI I ODRŽAVANJA VOZNOG PARKA**

Sigurnost svih sudionika u prometu jest zakonska potreba i cilj. Stanje cestovnog prometa glede sigurnosti generalno gledano nije zadovoljavajuće osim u pojedinim zemljama (npr. Švedska). Otežavajuća okolnost za takvu situaciju je činjenica da u prometu sudjeluje cjelokupno stanovništvo te se broj prijevoznih sredstava na prometnicama iz dana u dan povećava. Ostale otežavajuće okolnosti koje pridonose preniskoj razini sigurnosti u cestovnom prometu su nesavršenost prometnih površina i prijevoznih sredstava, utjecaj pogreške drugih sudionika u prometu kao i niska razina prometne kulture sudionika.

Sigurnost cestovnog prometa u pravilu se promatra mjerenjem kriznih i konfliktnih situacija u prometu kao i mjerenjem prometnih nesreća. Prometna nesreća može se definirati kao događaj na cesti koji je izazvan kršenjem prometnih propisa i u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu te u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula ili u roku od 30 dana preminula od posljedica prometne nesreće.

U svim situacijama prometnih nesreća čovjek je glavni i nezaobilazni čimbenik. Stoga, da bi se postigla sigurnost cestovnog prometa potreba je koordinacija širokog spektra aktivnosti, stručno vođenje, dobra koordinacija te jaka financijska i materijalna podrška.

Održavanje motornih vozila u procesu eksploatacije vozila podrazumijeva višestruku ulogu održavanja i poboljšanja tehničkih, sigurnosnih, transportnih, ekonomskih i ekoloških karakteristika vozila.

U cilju stvaranja efikasnijeg sustava održavanja motornih vozila, zadatak održavanja jest:

- izvršiti određivanje stanja motornih vozila i pratećih uređaja,
- vršiti kontinuirane promjene u organizaciji održavanja,
- stalno povećavati brzinu rada i dijagnosticanja,
- izvršavati sustavno ispitivanje, praćenje i analiziranje stanja vozila,
- ispitivanjem i mjerenjem formirati potrebnu bazu podataka,
- analizirati dobivene podatke i poduzimate sve potrebne mjere,
- omogućiti upravljanje procesom rada vozila kao i stalnu kontrolu. [20]

### **6.1. Definicija voznog parka i njegov sastav**

Pojam vozni park podrazumijeva skup svih transportnih sredstava koji se nalazi u vlasništvu određenog poslovnog subjekta, a čine ga: automobili, autobusi, teretna motorna vozila, tegljači, poluprikolice itd. Vozni park se formira s obzirom na teritorijalne i organizacijske potrebe tvrtke. S obzirom na organizacijske potrebe može biti formiran za pružanje usluge javnog prijevoza ili pak kao djelatnost prijevoza za vlastite potrebe. S obzirom na teritorijalne potrebe podrazumijevaju se svi oblici organizacijskog voznog parka, ali sa ograničenim prostorom djelovanja (lokalnim, regionalnim, međunarodnim).



Vozni park čine motorna vozila i priključna vozila sa nekim eksploatacijskim karakteristikama kao što su primjerice: dimenzije vozila, razmak osovina, dinamička svojstva vozila, masa praznog vozila, korisna nosivost vozila, zapremina teretnog prostora, ekonomičnost i sl. Ukoliko se vozni park sastoji od vozila iste marke i istog tipa tada je riječ o homogenom voznom parku s istim karakteristikama, a ukoliko se radi o voznom parku kojeg čine različite marke i tipovi vozila riječ je o heterogenom voznom parku.

Visoku efikasnost pri radu voznog parka jednostavnije je ostvariti sa homogenim voznim parkom. Pri izboru prijevoznih sredstava najvažnija karakteristika je u pravilu godišnji trošak održavanja vozila koji je za heterogeni vozni park teško odrediti s obzirom na različitost vozila, a samim time i različite troškove njihova održavanja. Kod homogenih voznih parkova lakše je izračunati troškove održavanja te je zato preporuka težiti homogenosti voznog parka, a heterogenost s druge strane svesti na minimum. Na slici 16 prikazan je izgled heterogenog voznog parka, a na slici 17 može se vidjeti primjer izgleda homogenog voznog parka. [21]



*Slika 15. Heterogeni vozni park*

Izvor: [22] <https://www.slideshare.net/HarisLigata/vozni-park> (lipanj 2022.)



*Slika 16. Homogeni vozni park*

Izvor: [22] <https://www.slideshare.net/HarisLigata/vozni-park> (lipanj 2022.)

Da bi se adekvatno upravljalo voznim parkom neke kompanije potrebno je prvenstveno znati čime se ta kompanija bavi te sukladno tome odrediti kakav joj je vozni park potreban. Kao jedan od glavnih ciljeva upravljanja voznim parkom može se izdvojiti optimalno iskorištenje prijevoznih kapaciteta. Osnovni elementi koji određuju na koji način će se upravljati voznim parkom su :

- poznavanje potražnje za transportnim uslugama na temelju kojeg je moguće planiranje transportnih procesa,
- upravljanje radom vozila,
- upravljanje radnim vremenima mobilnih radnika. [21]

Kada se promatra optimiranje upravljanja voznim parkom veliku važnost predstavlja planiranje transportnih procesa koje je moguće jedino u slučaju poznavanja potražnje za transportnim uslugama. Potražnja jest zavisna varijabla određena gospodarskim stanjem na određenom prostoru u određenom vremenskom periodu, stoga se može zaključiti da potražnja ovisi o robnoj razmjeni, industrijskoj proizvodnji te razini bruto domaćeg proizvoda [23].

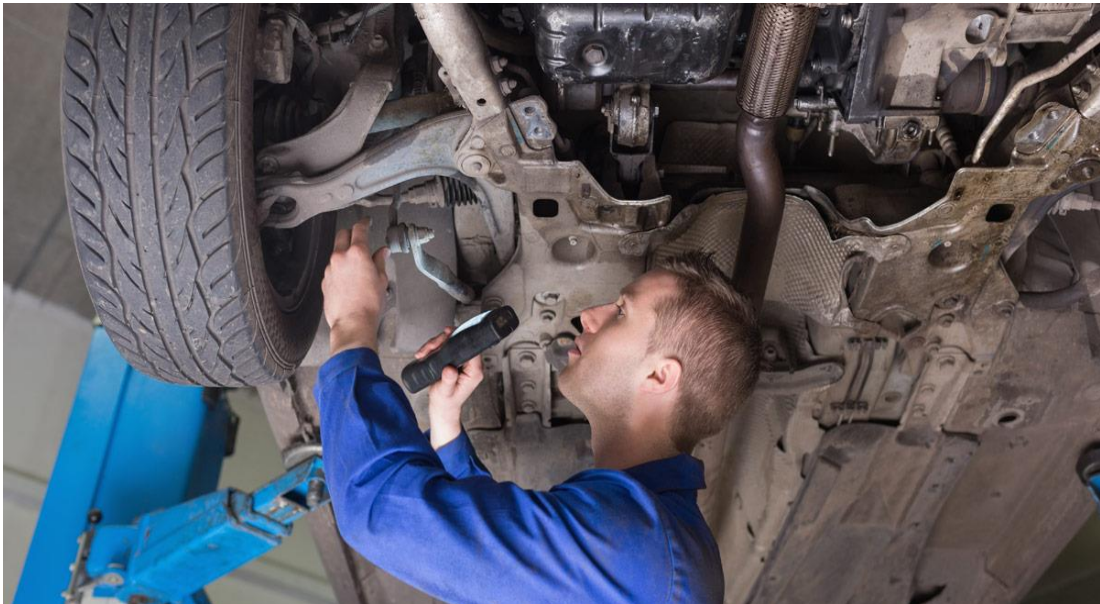
## **6.2. Utvrđivanje tehničke ispravnosti tehničkim pregledom autobusa**

Značaj tehničke ispravnosti autobusa kao čimbenik sigurnosti prometna neupitan je s obzirom na činjenicu da su autobusi vozila koja prevoze najveći broj putnika. Stoga, ukoliko dođe do prometne nesreće u kojoj je sudjelovao autobus to može uzrokovati velik broj ljudskih žrtava. Stoga se tehničkim pregledom autobusa ispituje tehnička ispravnost autobusa u cilju otklanjanja štetnih posljedica uzrokovanih tehničkom neispravnosću autobusa. Do stradavanja ljudi može dovesti samozapaljenje autobusa, trovanje ispušnim plinovima, loše stanje sjedala, posjekotine i sl. Stoga se neispravnosti koje to mogu uzrokovati trebaju utvrditi tehničkim pregledom i adekvatno popraviti kako bi taj autobus mogao prevoziti putnike.

Kod tehničkog pregleda autobusa nadzornik treba angažirati cijelo svoje znanje i iskustvo misleći na moguće stradanje velikog broja putnika u slučaju tehničke neispravnosti autobusa. Kod autobusa se, kao i kod osobnih vozila, pregledava 17 sklopova, a to su:

- uređaj za upravljanje,
- uređaj za kočenje,
- uređaj za osvjetljavanje i signalizaciju,
- uređaji koji omogućuju normalnu vidljivost,
- samonosiva karoserija te šasija s kabinom i nadgradnjom,
- elementi ovjesa, osovine, kotači,
- motor,
- buka vozila,
- elektro uređaji i elektro instalacije,
- prijenosni mehanizam,
- kontrolni i signalni mehanizam,,
- ispitivanje ispušnih plinova motornih vozila
- uređaj za spajanje vučnog i priključnog vozila,
- ostali uređaji i dijelovi vozila,
- oprema vozila,
- registracijske tablice i oznake,
- plinska instalacija. [24]

Na slici 18 prikazan je pregled donjeg ustroja autobusa kao jedan od elementa koji se provjeravaju pri tehničkom pregledu autobusa u cilju utvrđivanja tehničke ispravnosti, odnosno neispravnosti autobusa.



*Slika 17. Pregled donjeg ustroja autobusa.*

Izvor: [25] <http://www.presecki.hr/stanica/hr/novosti/tehnicki-pregled-vozila-poskupio-10-/> (lipanj 2022.)

### **6.3. Održavanje voznog parka**

Preduvjet za uspješnu eksploataciju jest održavanje voznog parka te mu se stoga posvećuje posebna pažnja. S obzirom da održavanje čini visok postotak ukupnih troškova poduzeća o održavanju je potrebno voditi računa već prilikom nabave prijevoznih sredstava.

Održavanje voznog parka može se definirati kao složeni organizacijsko – tehnološki sustav koji obuhvaća provođenje svih neophodnih mjera koje su potrebne kako bi vozilo funkcioniralo na propisan način, kako bi djelovalo sa traženim učincima i kvalitetom, bez kvara te uz propisanu zaštitu životne okoline. Preduvjet za ispunjenje navedenih uvjeta jest kvalitetna logistička potpora.

Kao osnovni cilj održavanja može se navesti postizanje maksimalne raspoloživosti vozila uz što niže troškove održavanja. Ciljevi koji se ostvaruju procesom održavanja su:

- smanjenje troškova zbog zastoja u radu,
- povećanje sigurnosti po okolinu,
- skraćivanje vremena potrebnog za popravke. [21]

#### **6.3.1. Pogodnost za održavanje i vrste održavanja**

Održavanje predstavlja skup aktivnosti koje se provode u cilju očuvanja radne sposobnosti tehničkog sredstva. Pogodnost za održavanje može se definirati kao lakoća i ekonomičnost održavanja tehničkog sredstva u radno sposobnom stanju, odnosno predstavlja vjerojatnost da će propisane aktivnosti održavanja biti uspješno obavljene u zadanom vremenskom intervalu.

Prva vrsta održavanja jest korektivno održavanje kod kojeg se tehničko sredstvo (komponenta) vraća u radno sposobno stanje nakon pojave otkaza. Neke tipične aktivnosti korektivnog održavanja su:

- uočavanje otkaza,
- lociranje otkaza,
- odvajanje i rastavljanje otkazale komponente,
- popravak ili zamjena komponente,
- ugradnja ispravne komponente,
- testiranje, provjera.

Ova vrsta održavanja u praksi se primjenjuje na komponente kod kojih otkaz nema utjecaja na sigurnost i kod kojih otkaz neće prouzročiti velike gubitke zbog neplaniranog zastoja.

Preventivno održavanje je vrsta održavanja kod koje se održavanje provodi prije pojave otkaza na tehničkom sredstvu u radno sposobnom stanju. Ovakvo održavanje provodi se na komponentama kod kojih postoji jaka korelacija između istrošenosti i radnog vijeka te kod komponenata koje utječu na sigurnost te mogu prouzročiti otkaz drugih komponenti ili čitavog sustava. Tipične aktivnosti za preventivno održavanje su:

- odvajanje i rastavljanje,
- popravak ili zamjena predviđenih komponenti,
- sastavljanje i ugradnja,
- testiranje, provjera.

Osim korektivnog i preventivnog održavanja postoji još i održavanje prema stanju kojeg karakterizira provođenje aktivnosti održavanja ovisno o stanju koje je utvrđeno temeljem provjere i procjene stanja tehničkog sredstva u određenom trenutku. Ovim načinom održavanja tehničkog sredstva povećava se ekonomičnost održavanja jer se izbjegavaju nepotrebne preventivne zamjene komponenata. Tipične aktivnosti održavanja prema stanju jesu:

- mjerenje parametara stanja,
- interpretacija izmjerenih vrijednosti,
- određivanje potrebnih aktivnosti održavanja. [26]

Pokazatelji pogodnosti za održavanje mogu biti kvantitativni i kvalitativni. Kvantitativni su oni koji se mogu izraziti numerički, mjerenjem, izračunavanjem ili procjenom. Prije svega, odnose se na trajanje i učestalost aktivnosti održavanja, odnosno trajanje vremena zastoja zbog održavanja. Kvantitativni pokazatelji pogodnosti za održavanje su srednje aktivno vrijeme korektivnog održavanja  $Mct$ , srednje aktivno vrijeme preventivnog održavanja  $Mpt$  i srednje aktivno vrijeme održavanja  $M$ .

$Mct$  se računa kao prosječno trajanje aktivnosti održavanja u promatranom vremenu što odgovara srednjem aktivnom vremenu održavanja MTTR (Mean Time to Repair). Izračunava se izrazom:

$$Mct = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot Mct_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i} [h]$$

$\lambda_i$  = intenzitet otkaza komponente  $i$

$Mct_i$  = aktivno vrijeme korektivnog održavanja u slučaju otkaza komponente  $i$

$n$  = broj komponenti

$Mpt$  se računa kao prosječno trajanje aktivnosti preventivnog održavanja u promatranom vremenu. Određuje se izrazom:

$$Mpt = \frac{\sum_{i=1}^n fpt_i \cdot Mpt_i}{\sum_{i=1}^n fpt_i} [h]$$

$fpt_i$  = učestalost (frekvencija) aktivnosti preventivnog održavanja komponente  $i$

$Mpt_i$  = aktivno vrijeme preventivnog održavanja u slučaju otkaza komponente  $i$

$n$  = broj komponenti

M, odnosno srednje aktivno vrijeme održavanja obuhvaća aktivno vrijeme korektivnog održavanja i aktivno vrijeme preventivnog održavanja te se može odrediti izrazom:

$$M = \frac{\lambda \cdot Mct + fpt \cdot Mpt}{\lambda + fpt} [h]$$

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i; \quad fpt = \sum_{i=1}^n fpt_i$$

*fpt = zbroj frekvencija aktivnosti preventivnog održavanja svih n komponenti tehničkog sredstva*

*λ = zbroj intenziteta otkaza svih n komponenti tehničkog sredstva*

*Mct = srednje aktivno vrijeme korektivnog održavanja tehničkog sredstva*

*Mpt = srednje aktivno vrijeme preventivnog održavanja tehničkog sredstva*

*n = broj komponenti tehničkog sredstva*

Kvalitativni pokazatelji pogodnosti za održavanje su koeficijent dostupnosti Kd, koeficijent demontaže/montaže Km, koeficijent zamjenjivosti Kz te koeficijent unifikacije Ku. Kd se definira kao omjer vremena trajanja dopunskih aktivnosti potrebnih da bi se pristupilo nekoj komponenti i ukupnog vremena trajanja aktivnosti održavanja. Km jest relativno odstupanje vremena potrebnog za demontažu i montažu neke komponente. Kz se definira kao omjer broja međusobno zamjenjivih komponenti i ukupnog broja komponenti tehničkog sredstva, dok Ku predstavlja omjer broja unificiranih komponenti i ukupnog broja komponenti tehničkog sredstva [26].

### **6.3.2. Modeli održavanja**

Dvije osnovne koncepcije održavanja su koncepcija preventivnog i koncepcija korektivnog održavanja. Svaka od navedenih koncepcija sadrži modele održavanja koji će biti navedeni i opisani u ovom potpoglavlju.

Modeli preventivnog održavanja su model periodičnosti, model pravodobnosti i model adaptivnosti. Model periodičnosti primjenjuje se kod tehničkih sredstava s konstantnim intenzitetom otkaza komponenti. Zamjene komponenata provode se periodički po isteku određenog vremena rada, odnosno kod vozila nakon određenog broja prijeđenih kilometara. Model pravodobnosti karakterizira intenzitet otkaza komponenata koji nije konstantan. Kod ovog modela održavanje se provodi češće nego kod modela periodičnosti. Model adaptivnosti primjenjuje se kod tehničkih sredstava koja nemaju konstantan intenzitet otkaza komponenti, ali je zato taj intenzitet poznat (predvidiv). Održavanje se kod ovog modela obavlja periodički, a aktivnosti održavanja koje se provode ovise o utvrđenom stanju tehničkog sredstva te se zato ovakav model još naziva i održavanje prema stanju.

Modeli korektivnog održavanja su model zamjene sredstva, model zamjene sklopa i model zamjene komponente. Model zamjene sredstva primjenjuje se na tehnička sredstva velike gustoće komponenata ili male pogodnosti za održavanje te ne zahtjeva visoku razinu stručne

osposobljenosti osoblja kao niti sofisticiranu opremu. Model zamjene sklopa provodi se zamjenom pojedinih sklopova komponenti tehničkog sredstva. Ovaj model omogućava brzo vraćanje raspoloživosti jer je vrijeme potrebno za zamjenu znatno kraće od vremena potrebnog za popravak. Aktivnosti održavanja jeftinije su od popravka te zahtijevaju odgovarajuću stručnu osposobljenost osoblja. Model zamjene komponente primjenjuje se na složena tehnička sredstva. Kod ovog modela zamjenjuju se pojedine komponente što zahtjeva visoku razinu stručne osposobljenosti osoblja i sofisticiranu opremu. Raspoloživost se kod ovog modela smanjuje zbog duljeg trajanja aktivnosti održavanja. [26]

### **6.3.3. Zalihe rezervnih dijelova i materijala za održavanje**

Zalihe se općenito mogu definirati kao materijal namijenjen za kasniju upotrebu, a čine ga rezervni dijelovi i materijali za održavanje. Rezervni dio jest predmet koji je namijenjen zamjeni odgovarajućeg sklopa/komponente s ciljem obnove ili očuvanja radne sposobnosti tehničkog sredstva za obavljanje funkcije namjene. Rezervni dijelovi su primjerice pogonski lanac, zupčasti remen, komplet spojke i sl. Materijali za održavanje nisu namijenjeni specifičnom tehničkom sredstvu ili komponenti te se koriste jednokratno. Neki od materijala za održavanje su izolacijska traka, maziva, materijali za čišćenje i sl.

Zalihe rezervnih dijelova i materijala održavanja stvaraju se iz više razloga, a to su:

- dinamika potražnje ne poklapa se s dinamikom nabave,
- nepravilna (slučajna) kolebanja potražnje u periodu između isporuka, isporučenih količina, rokova isporuke,
- kompenzacija nepovoljnih situacija (sezonalnost potražnje, sezonalnost proizvodnje, povećanje cijena).

Osnovni cilj koji se nastoji postići upravljanjem zalihama jest postići željenu razinu dostupnosti rezervnih dijelova i materijala održavanja uz što manje troškove. Poznato je da veća razina zaliha osigurava veću razinu dostupnosti rezervnih dijelova i materijala održavanja, ali istodobno generira veće troškove. Primjenjuje se načelo ekonomičnosti koje podrazumijeva smanjenje razine zaliha s ciljem racionalizacije troškova zaliha koje čine:

- troškovi skladištenja,
- zamrznuta obrtna sredstva,
- gubici zbog starenja, isparavanja, korozije i sl.,
- pad pouzdanosti zbog uvjeta čuvanja,
- tehnološka zastarjelost.

Provođenjem aktivnosti održavanja, odnosno korištenjem rezervnih dijelova i materijala održavanja smanjuje se njihova zaliha zbog čega je potrebno te zalihe nadopunjavati. S obzirom na navedeno, koriste se dva osnovna principa nadzora (praćenja) stanja zaliha

Prvi način jest kontinuirano utvrđivanje stanja zaliha kojeg karakterizira utvrđivanje razine zaliha kod svakog izdavanja zaliha iz skladišta, a zaliha se nadopunjuje ukoliko je utvrđena razina dostigla signalnu razinu na kojoj je definirana točka ponovnog naručivanja. Kod kontinuiranog nadzora količina robe koja se naručuje uvijek je jednaka dok se periodi naručivanja mogu razlikovati.

Drugi način utvrđivanja stanja zaliha jest periodički nadzor kod kojeg se razina zaliha utvrđuje periodički (u određenim vremenskim intervalima). Temeljem provjere razina zaliha provodi se narudžba robe čija količina odgovara između trenutne razine zaliha i ciljane razine zaliha uvećano za očekivanu potražnju tijekom perioda isporuke. Kod periodičkog nadzora količina narudžbe varira ovisno o potražnji dok je ciklus nadopune odnosno vrijeme između dvije uzastopne narudžbe konstantan.

Troškove vezane za zalihe čine 4 osnovne skupine: troškovi naručivanja zaliha, troškovi držanja zaliha, troškovi prikupljanja i obrade podataka te troškovi zbog nezadovoljene potražnje. Troškovi naručivanja su svi troškovi nastali od trenutka utvrđivanja stanja zaliha do trenutka preuzimanja naručene robe, a sastoje se od:

- troškova plaćanja nabavne cijene robe,
- troškova aktivnosti u svezi s naručivanjem.

Troškovi držanja zaliha su svi troškovi nastali od trenutka preuzimanja naručene robe u skladište do izdavanja robe iz skladišta korisnicima. Čine ih:

- troškovi opreme, rada i potrošnog materijala u vezi s obavljanjem skladišnih manipulacija,
- troškovi smještaja i čuvanja robe u skladištu,
- gubitaka zbog zamrznutih obrtnih sredstava.

Troškovi prikupljanja i obrade podataka sastoje se od:

- troškova kontinuiranog ili periodičkog utvrđivanja stanja zaliha,
- troškova prognoziranja potražnje za rezervnim dijelovima i materijalima održavanja.

Troškovi zbog nezadovoljene potražnje su troškovi koji nastaju ukoliko rezervni dijelovi i materijali održavanja nisu dostupni u trenutku kada su traženi. Ovu skupinu troškova čine:

- gubici zbog smanjenja raspoloživosti tehničkih sredstava,
- gubici zbog zastoja u proizvodnji ili održavanju,
- dodatni troškovi hitne nabave,
- dodatni troškovi nabave izvan postojećeg sustava dobavljača. [26]



## 7. ZAKLJUČAK

Autobusni putnički prijevoz jedan je od najznačajnijih oblika javnog prijevoza u gradsko – prigradskom području. Autobusi mogu biti izvedeni na različite načine, ovisno najviše o duljini prijevozne relacije i o njihovoj namjeni. Prema namjeni ih se u osnovnoj podjeli može razvrstati na autobuse gradskog tipa, autobuse prigradskog tipa, autobuse međugradskog tipa i autobuse turističkog tipa, a uz to postoje još i školski autobusi te autobusi opće namjene. Prema duljini prijevozne relacije autobuse dijelimo na one koji obavljaju prijevoznu uslugu na vrlo kratkim relacijama (zračne luke, terminali itd.), one koji obavljaju prijevoznu uslugu na kraćim relacijama (područje grada i prigrada) i na one koji obavljaju prijevoznu uslugu na dužim relacijama (turistički, međunarodni itd.).

Javni linijski prijevoz putnika u gradsko – prigradskom području obavlja se po unaprijed utvrđenoj liniji, prema unaprijed utvrđenom voznom redu, cijeni i svim ostalim općim uvjetima prijevoza. Vozni red prema kojem se obavlja linijski putnički prijevoz obuhvaća naziv prijevoznika, liniju na kojoj se obavlja prijevoz, vrstu linije, redosljed autobusnih kolodvora, razdoblje u kojem se održava linija itd. Javni linijski putnički prigradski prijevoz jedan je od najznačajnijih podsustava u sustavu cestovnog putničkog prometa. Njegova je uloga povezivanje gradova i njima pripadajućih naselja. U odnosu na linijski gradski prijevoz, u prigradskom prijevozu znatno je manja veličina i dinamika putničke potražnje. Ta razlika očituje se u frekvenciji polaska linije; gradska linija ima više od 4 polaska u satu dok prigradska ima do 4 polaska u satu.

S obzirom na razlike između gradskog i prigradskog putničkog prijevoza, postoje i razlike u izvedbi gradskog i prigradskog tipa autobusa. Velika je razlika vidljiva u izvedbi putničkog prostora. U prigradske autobuse, u pravilu se ugrađuju samo sjedeća mjesta za razliku od gradskih gdje postoje i stajaća i sjedeća mjesta. Osim toga, udobnost je čimbenik koji je potrebno zadovoljiti u prigradskom autobusu dok u gradskom udobnost nije na toj razini. Ispod poda putničkog prostora u prigradskom tipu autobusa ugrađuje se prtljažni prostor kojeg nema u gradskom tipu autobusa. Također, zbog prtljažnog prostora, pod putničkog prostora je viši u prigradskom nego u gradskom tipu autobusa u kojem je niskopodnost bitan element proizvodnosti. Razlika je još i u broju vrata, prigradski autobusi imaju manje vrata od gradskih na kojima je nužan veći broj vrata kako bi se putnici na stajalištima brže izmjenjivali.

U novije vrijeme sve se više kao trend pojavljuje svijest o zaštiti životne sredine čovjeka. Opće je poznato da dizelski autobusi u velikoj mjeri zagađuju okolinu, stoga se u autobusnom putničkom prijevozu nastoje primjenjivati nove tehnologije u proizvodnji te novi alternativni pogoni autobusa. Neki od alternativnih pogona već su široko primjenjivi, a za neke će još trebati niz godina kako bi se počeli primjenjivati u više gradova u autobusnom prijevozu putnika. Među alternativne pogone koji su opisani u ovom radu spadaju biodizel, ukapljeni naftni plin, stlačeni prirodni plin, hibridno – električni pogon te pogon na gorive ćelije.

O kojoj god vrsti marke, tipa i pogona autobusa se radi potrebno je provođenje aktivnosti održavanja korištenjem zaliha rezervnih dijelova i materijala za održavanje u cilju očuvanja radne sposobnosti autobusa kako bi oni mogli obavljati svoju funkciju namjene. Imajući na umu velik broj putnika koje autobus prevozi potrebno je tehničkim pregledom utvrditi tehničke

neispravnosti autobusa te ih otkloniti prije nego što autobus započne s nastavkom eksploatacije. Osnovne vrste održavanja koje se provode kod autobusa su preventivno i korektivno održavanje. Kod preventivnog održavanja aktivnosti održavanja provode se na autobusu u radno sposobnom stanju prije pojave otkaza dok se korektivnim održavanjem autobus vraća u radno sposobno stanje nakon pojave otkaza neke komponente. Kako bi se uspješno provodilo održavanje potrebno je voditi računa o razini zaliha rezervnih dijelova i materijala održavanja radi čega se primjenjuju dva osnovna principa nadzora zaliha; kontinuirani nadzor i periodički nadzor.

Zaključno, cilj ovog rada bio je opisati autobusni podsustav kao potencijalno rješenje za rasterećenje cestovnih prometnica te za smanjenje zagađenja ljudske okoline. Kako bi autobusni podsustav bio konkurentan, potrebno ga je konstantno unaprjeđivati jer da bi se privukli novi korisnici autobusni podsustav mora biti brz, efikasan, siguran te mora biti dostupan po pristupačnim cijenama. Kako bi se uz rasterećenje cestovnih prometnica pridonijelo i smanjenju zagađenja okoline potrebno je ulagati u nove tehnologije, odnosno nove vrste pogona autobusa. Najkvalitetnija rješenja su pogon na gorive ćelije i hibridno – električni pogon, ta rješenja iziskuju visoka početna ulaganja, ali dugoročno donose veliki razvoj i napredak. Također, potrebno je voditi brigu o tehničkoj ispravnosti i održavanju autobusa kako bi sigurnost korisnika prijevoza bila na odgovarajućoj razini.

## POPIS LITERATURE:

- [1] Šolman S. Tehničko – tehnološke osobine autobusa u funkciji realizacije prijevoznog procesa. *Suvremeni promet*, 27 (2007), 1/2 ; str. 102-107.
- [2] Rajsman M. Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu. Zagreb : Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2017.
- [3] Autobus u linijskom gradskom putničkom prometu. Preuzeto sa: <https://eurobus.hr/autobusi/gradski-autobusi/> [Pristupljeno: listopad 2021.].
- [4] Pavlin K. Eksploatacijsko – tehničke značajke autobusa gradskog tipa – stanje i trendovi. Seminarski rad, Zagreb : Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2018. Preuzeto sa: <https://www.scribd.com/docs> [Pristupljeno: listopad 2021.].
- [5] Brnić D. Primjena zamjenskih goriva i hibridnog pogona autobusa u gradsko – prigradskom prijevozu. Diplomski rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2015. Preuzeto sa: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:335337> [Pristupljeno: listopad 2021.]
- [6] Autobus iz 1917. godine. Preuzeto sa: [lockport-bus3-mcaac.jpg \(727×435\) \(umanitoba.ca\)](http://lockport-bus3-mcaac.jpg) [Pristupljeno: listopad 2021.].
- [7] Autobus Renault PN iz 1927. godine Preuzeto sa: [transpress nz: 1927 Renault PN bus](http://transpress.nz:1927-Renault-PN-bus) [Pristupljeno: listopad 2021.].
- [8] Šolman S. Modeli unapređenja tehnoloških procesa u linijskom autobusnom prijevozu. Magistarski znanstveni rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2005.
- [9] Padjen J. Prometna politika Hrvatske. Zagreb: Masmedia, 2003., str 235.
- [10] Zavada J. Vozila za javni gradski prijevoz. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2006., str.8.
- [11] Komercijalni prospekti tvrtke IVECO IRISBUS (2013.)
- [12] Primjer voznog reda autobusne linije 234 u Zagrebu. Preuzeto sa: <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/2760/zet-od-ponedjeljka-dodatne-izvanredne-linije> [Pristupljeno: listopad 2021.].
- [13] Štefančić G. Tehnologija gradskog prometa I. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2008.
- [14] Primjer modela autobusa prigradskog tipa marke SETRA. Preuzeto sa: <https://autoline.hr/-/prodaja/prigradski-autobusi/SETRA-S-415-UL> [Pristupljeno: listopad 2021.]
- [15] Komercijalni prospekti proizvođača marke MAN, Auto Hrvatska d.d., Zagreb, 2015.
- [16] Ilijevski Ž. Svjetska praksa u primjeni alternativnih goriva i pogona na autobusima u gradskom prometu : (I. dio) EGE. Energetika, gospodarstvo, ekologija, etika (Tisak). - - 14 (2006), 3 ; str. 118-121.
- [17] Autobus marke Man pogonjen na stlačeni prirodni plin. Preuzeto sa: <http://www.bus.man.eu/global/en/city-buses/man-lions-city-cng/bus-of-the-year-2015/Bus-of-the-Year-2015.html> [Pristupljeno: studeni 2021.].
- [18] Ilijevski Ž. Svjetska praksa u primjeni alternativnih goriva i pogona na autobusima u gradskom prometu : (II. dio) EGE. Energetika, gospodarstvo, ekologija, etika (Tisak). - 14 (2006), 4 ; str. 125-128.
- [19] Autobus na vodik. Preuzeto sa: <http://www.hydrogen-motors.com/mercedes-benz-citaro-fuel-cell.html> [Pristupljeno: studeni 2021.].

- [20] Jelić I. Utjecaj tehničkog pregleda vozila na sigurnost u cestovnom prometu. Diplomski rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2015. Preuzeto sa: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A170/datastream/PDF/view>  
[Pristupljeno: lipanj 2022.]
- [21] Klaić D. Analiza troškova održavanja voznog parka. Završni rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2019. Preuzeto sa: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A1665/datastream/PDF/view>  
[Pristupljeno: lipanj 2022.]
- [22] Homogeni i heterogeni vozni park autobusa. Preuzeto sa: <https://www.slideshare.net/HarisLigata/vozni-park> [Pristupljeno: lipanj 2022.].
- [23] Protega V. Temeljne teorijske postavke; autorizirana predavanja iz kolegija Osnove tehnologije prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
- [24] Matan I. Utjecaj tehničke ispravnosti sklopova vozila na sigurnost cestovnog prometa. Diplomski rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2018. Preuzeto sa: [Utjecaj tehničke ispravnosti sklopova vozila na sigurnost cestovnog prometa | Digitalni repozitorij Sveučilišta u Zagrebu \(unizg.hr\)](#) [Pristupljeno: lipanj 2022.]
- [25] Pregled donjeg dijela ustroja autobusa. Preuzeto sa: <http://www.presecki.hr/stanica/hr/novosti/tehnicki-pregled-vozila-poskupio-10/> [Pristupljeno: lipanj 2022.].
- [26] Stanković R. Autorizirana predavanja iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.

## POPIS SLIKA

Slika 1. Autobus u linijskom gradskom putničkom prometu.....	6
Slika 2. Autobus iz 1917.godine .....	8
Slika 3. Autobus Renault PN iz 1927.godine.....	9
Slika 4. Standardni dvoosovinski autobus.....	12
Slika 5. Primjer tipova izvedbe nadogradnje autobusa proizvođača IVECO .....	13
Slika 6. Primjer voznog reda autobusne linije 234 u Zagrebu .....	15
Slika 7. Primjer modela autobusa prigradskog tipa marke SETRA .....	19
Slika 8. Gradski autobus marke MAN Lion's City LE.....	20
Slika 9. Prigradski autobus marke MAN Lion's Regio .....	20
Slika 10. Prigradski autobus marke MAN Lion's Regio C .....	20
Slika 11. Prigradski autobus marke MAN Lion's Regio L.....	21
Slika 12. Autobus marke MAN pogonjen na stlačeni prirodni plin.....	27
Slika 13. Autobus na hibridno – električni pogon.....	29
Slika 14. Autobus na vodik .....	30
Slika 15. Heterogeni vozni park.....	34
Slika 16. Homogeni vozni park.....	35
Slika 17. Pregled donjeg ustroja autobusa. ....	36

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Udaljenost među stajalištima u ovisnosti o gustoći naseljenosti područja.....	17
Tablica 2. Usporedba tehničko – tehnoloških značajki različitih tipova prigradskih autobusa marke MAN.....	22
Tablica 3. Cijene različitih vrsta gradsko – prigradskih autobusa i pratećih troškova.....	32

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Usporedba dužina autobusa .....	23
Grafikon 2. Prosječan broj sjedala autobusa .....	23
Grafikon 3. Usporedna potrošnja goriva različitih tipova autobusa.....	32

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je ZAVRŠNI RAD (vrsta rada) isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da 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/diplomskog rada pod naslovom EKSPLOATACIJSKI POKAZATELJI AUTOBUSA PRIGRADSKOG TIP A S OSVRTOM NA ODRŽAVANJE, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 19.08.2022.

Marko Filipović

*M. Filipović*

(ime i prezime, potpis)