

Eksploatacijski pokazatelji autobusa gradskog tipa s osvrtnom na održavanje

Sabljak, Antonio

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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:119:204673>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-24**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**EKSPLOATACIJSKI POKAZATELJI AUTOBUSA GRADSKOG
TIPA S OSVRTOM NA ODRŽAVANJE
EXPLOATATIONAL FEATURES OF THE CITY BUSES WITH A
FOCUS ON MAINTENANCE**

Mentor: prof. dr. sc. Marijan Rajsman

Student: Antonio Sabljak

JMBAG: 0035176972

Zagreb, studeni 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 18.travanj 2023.

Zavod: Zavod za prometno-tehnička vještačenja

Predmet: Prijevozna sredstva

ZAVRŠNI ZADATAK br. 7118

Pristupnik: Antonio Sabljak (0035176972)

Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika

Smjer: Logistika

Zadatak: Eksploatacijski pokazatelji autobusa gradskog tipa s
osvrtnom na održavanje

Opis zadatka:

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

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

prof. dr. sc. Marijan Rajsman

SAŽETAK

Autobusni transport nezamjenjivi je dio gradskog prijevoznog sustava koji oblikuje puls urbanog života. Autobusi predstavljaju žilu kucavicu koja povezuje različite dijelove grada, te čine gradski život funkcionalnim i učinkovitim. Učinkovitost autobusnog transportnog sustava od iznimnog je značaja za održavanje ekonomske aktivnosti u gradu, funkcioniranje i razvitak same gradske sredine. Jedna od ključnih uloga je i smanjenje prometnih gužvi kvalitetnom organizacijom autobusnih linija gradskog putničkog prijevoza. Korištenje različitih vrsta alternativnih pogona kao što su ukapljeni naftni plin, stlačeni prirodni plin, biomasa i biogoriva, hibridno-električni pogon i dr. bitan je faktor za ublažavanje negativnih utjecaja na okoliš. Također, tehnička ispravnost i održavanje autobusa ključni su za sigurnost putnika, pouzdanost vozila i smanjenje operativnih troškova. U cjelini, redovito održavanje pridonosi učinkovitim, sigurnom i održivom prijevozu, smanjuje broj stradalih prilikom nesreća, te poboljšava iskustvo putnika i očuvanje okoliša.

KLJUČNE RIJEČI: autobus gradskog tipa, alternativne vrste pogona, tehnička ispravnost, održavanje.

SUMMARY

Bus transport is an irreplaceable part of the city transport system that shapes the pulse of urban life. Buses are the lifeblood that connects different parts of the city, and make city life functional and efficient. The efficiency of the bus transport system is extremely important for the maintenance of economic activity in the city, the functioning and development of the city environment itself. One of the key roles is the reduction of traffic jams through the quality organization of city passenger transport bus lines. The use of different types of alternative drives such as liquefied petroleum gas, compressed natural gas, biomass and biofuels, hybrid-electric drive, etc. is an important factor for mitigating negative environmental impacts. Also, the technical correctness and maintenance of buses are crucial for the safety of passengers, the reliability of the vehicle and the reduction of operating costs. Overall, regular maintenance contributes to efficient, safe and sustainable transport, reduces the number of casualties in accidents, and improves passenger experience and environmental protection.

KEY WORDS: city bus, alternative fuel types, technical correctness, maintenance.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEHNIČKO EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE AUTOBUSA KAO PRIJEVOZNOG SREDSTVA	2
2.1. Podjela autobusa	2
2.2. Tehničke i eksploatacijske značajke prijevoznih sredstava.....	6
2.2.1. Tehničke značajke prijevoznih sredstava.....	6
2.2.2. Eksploatacijske značajke prijevoznih sredstava	8
3. LINIJSKI GRADSKI PUTNIČKI PRIJEVOZ.....	11
4. TEHNIČKO EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE AUTOBUSA GRADSKOG TIPRA	15
4.1. Standardni i zglobni autobus	16
4.2. Minibus	20
4.3. Autobusi na kat	22
4.4. Ostali autobusi	25
5. PRIMJENA ALTERNATIVNIH POGONA U GRADSKOM PRIJEVOZU	29
5.1. Električni autobus	30
5.2. Pogon na gorive ćelije.....	31
5.3. Stlačeni prirodni plin.....	32
5.4. Ukapljeni naftni plin	34
5.5. Biodizel	36
6. ZNAČENJE TEHNIČKE ISPRAVNOSTI I ODRŽAVANJA VOZNOG PARKA	37
6.1. Vozni park i njegov sastav.....	38
6.2. Tehnički pregled autobusa.....	40
6.3. Održavanje voznog parka.....	42
6.3.1. Vrste održavanja	42
6.3.2 Modeli održavanja.....	44
7. ZAKLJUČAK.....	45
POPIS LITERATURE.....	47
POPIS SLIKA.....	49
POPIS TABLICA.....	50

1.UVOD

Autobusi su ključni element urbanih prijevoznih sustava, osiguravajući vitalnu povezanost unutar gradova i između njih. Osim praktične uloge prijevoza, autobusi predstavljaju srce zajednice, pružajući pristupačnu mogućnost putovanja za različite slojeve društva. Njihova raznolikost obuhvaća gradske autobuse, turističke autobuse, školske autobuse te međugradske autobuse, nudeći raznolike usluge prema potrebama putnika.

Autobusi su također ključni u održavanju održivosti gradova, smanjujući prometne gužve i doprinoseći smanjenju emisija štetnih plinova. Njihova fleksibilnost omogućuje prilagodbu prometnim uvjetima, što olakšava prilagodbu potrebama različitih dijelova grada. Uz sve te praktične aspekte, autobusi imaju i društveni značaj, stvarajući mjesto susreta i interakcije među putnicima, što doprinosi osjećaju zajedništva i pripadnosti.

Naslov ovog rada je Eksploatacijski pokazatelji autobusa gradskog tipa s osvrtom na održavanje. Cilj je analiza trenutnog stanja gradskog putničkog autobusnog prijevoza, analiza eksploatacijsko – tehničkih karakteristika koje su imaju ključnu ulogu u osiguravanju učinkovitog i pouzdanog gradskog prijevoza. Rad se sastoji od 7 poglavlja:

1. Uvod
2. Tehničko - eksploatacijske značajke autobusa kao prijevoznog sredstva
3. Linijski gradski putnički prijevoz
4. Tehničko – eksploatacijske značajke autobusa gradskog tipa
5. Primjena alternativnih pogona u gradskom prijevozu
6. Značenje tehničke ispravnosti i održavanja voznog parka
7. Zaključak

U drugom poglavlju opisana je podjela autobusa prema raznim kriterijima. Objašnjene su tehničke i eksploatacijske značajke autobusa kao prijevoznog sredstva.

U trećem poglavlju opisan je linijski prijevoz putnika u cestovnom prometu, njegova svrha i ciljevi. Definiran je autobusni linijski gradski putnički prijevoz.

Četvrto poglavlje obuhvaća tehničko – eksploatacijske značajke autobusa gradskog tipa te usporedbu značajki pojedinih tipova autobusa gradskog tipa.

Petim poglavljem obuhvaćene su vrste alternativnih pogona u gradskom prijevozu, mogućnosti primjene alternativnih goriva te njihov utjecaj na smanjenje negativnih posljedica prijevoznog sustava na kvalitetu čovjekove životne okoline.

Šesto poglavlje naglašava važnost tehničke ispravnosti voznog parka i načine utvrđivanja istog. Pojašnjene su vrste i modeli održavanja voznog parka.

Sedmo poglavlje je zaključak vezan uz problematiku opisane teme rada.

2. TEHNIČKO EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE AUTOBUSA KAO PRIJEVOZNOG SREDSTVA

Pojam „autobus“ zapravo je nastao kao kratica dvaju francuskih naziva: *voiture automobile* i *voiture omnibus*. *Voiture* je francuska riječ za kola ili vozilo, dok je *automobile* složenica od riječi *auto* (starogrčki: *autos* – samostalno, vlastito) i *mobilis* (lat.: *mobilis* – pokretno) te se *voiture automobile* može prevesti kao „samopokretno vozilo“. *Omnibus* je riječ grčkog podrijetla koja predstavlja imenicu *omnila* (u množini: *omnis* – svi, svatko; u množini u dativu *omnibus* – svima), stoga se *voiture omnibus* može prevesti kao „vozilo za sve“. Zanimljivo je da se za kraticu riječi *omnibus* uzelo završetak riječi u padežu dativa –*bus*, koja zapravo nema značenja, i da je ta kratica postala - i opstala do danas kao - uvriježen i prihvaćen pojam u većini europskih jezika. U Hrvatskoj se, prema Pravilniku o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama.¹

Autobus je cestovno putničko prijevozno sredstvo koje po definiciji pripada kategoriji motornih vozila.

Prema Direktivi vijeća 96/53 EZ (vrijedi za vozila kategorije M2 i M3) 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 koja prometuju unutar Zajednice, „motorno vozilo“ je svako vozilo na motorni pogon koje se kreće cestom pomoću snage vlastitog motora. Prema prethodnoj Direktivi slijede definicije:

1. „autobus“ je vozilo s više od devet sjedala, uključujući vozačevo sjedalo, koje je konstruirano i opremljeno za prijevoz putnika i njihove prtljage. Može imati jedan ili dva kata i može vući prikolicu za prtljagu.

2. „zglobni autobus“ je autobus koji se sastoji od dva čvrsta dijela međusobno povezana zglobnim dijelom. Na takvoj vrsti vozila putnički prostori u svakom od dvaju čvrstih dijelova moraju biti spojeni. Zglobni dio omogućava putnicima slobodno kretanje iz jednog čvrstog dijela u drugi. Čvrste dijelove moguće je spojiti i odvojiti samo u radionici.²

2.1. Podjela autobusa

Autobusi se mogu podijeliti na nekoliko različitih načina, ovisno o različitim kriterijima kao što su namjena, veličina, pogon i dizajn. Nekoliko uobičajenih načina podjele autobusa:

Prema duljini transportne relacije, odnosno njihovoj namjeni, autobuse je moguće generalno podijeliti na:

¹ Protega, V: Tehnologija cestovnog prometa, 2009/2010., str. 18.

² Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 49.

- autobusi gradskog tipa
- prigradski
- međugradski
- turistički autobusi.³

Autobus gradskog tipa namijenjen je prijevozu putnika na relativno kratkim relacijama u gradskom prometnom sustavu u mješovitom prometu. Obilježava ga znatan broj mjesta za stajanje, dvoja dvokrilna vrata ili više njih za brzu izmjenu putnika. Suvremena je tendencija izvedbe s niskim podom putničkog prostora što putnicima olakšava ulazak u vozilo i izlazak iz njega.

Prigradski autobus namijenjen je prijevozu putnika u prigradskom prometu što podrazumijeva dulje relacije vožnje nego što su one gradskih autobusa. Ako je brzina kretanja autobusa na liniji (pojedinih dionicama) preko 50 km/sat, potrebno je da sva mjesta budu sjedeća, a vrata dovoljno široka za brzu izmjenu putnika.

Međugradski tip autobusa upotrebljava se u prijevozu putnika na duljim relacijama u linijskom putničkom prometu zbog čega njegova udobnost za putnike spram gradskog i prigradskog autobusa mora biti znatno poboljšana. Svi putnici imaju mjesto za sjedenje, vrata su manja, ugrađuju se uređaji za klimatizaciju, audio i videouređaji, ima dovoljno velik prostor za smještaj prtljage te druge pogodnosti bitne za dulja putovanja.

Autobus turističkog tipa je namijenjen prijevozu putnika u turističkom prometu, a ovisno o duljini transportne relacije i/ili specijalnim namjenama, njihova izvedba može prerasti u autobuse visoke turističke klase vrhunske opremljenosti i udobnosti.⁴

Prema kapacitetu, autobusi se mogu podijeliti na:

- autobuse malog kapaciteta – minibus
 - najčešće namijenjeni gradskom prijevozu putnika na linijama s manjim prometnim opterećenjem
 - najčešće do 17 mjesta za sjedenje i do 40 mjesta za stajanje u gradskom prometu ili od 16 do 20 sjedala na ostalim relacijama u prigradskom, međugradskom ili turističkom prometu,
- autobuse srednjeg kapaciteta – midibuse,
- autobuse standardnog kapaciteta – standardne,
- autobuse vrlo velikog kapaciteta – zglobnoga konstrukcijskog sastava (katni i zglobni).⁵

³ Ibidem, str. 51

⁴ Ibidem, str. 53

⁵ Ibidem, str. 54

Također, prema *Pravilniku o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama* (NN 83/15) postoji osnovna tehnička podjela autobusa po kategorijama:

- kategorija M2 – motorna vozila za prijevoz osoba koja osim sjedala za vozača imaju više od 8 sjedala, najveće dopuštene mase do 5000 kg
- kategorija M3 – motorna vozila za prijevoz osoba koja osim sjedala za vozača imaju više od 8 sjedala, najveće dopuštene mase veće od 5000 kg.⁶

Kapacitet autobusa je važan faktor prilikom planiranja i organizacije prijevoza, tako proizvođači autobusa nude različite modele koji se prilagođavaju različitim zahtjevima prijevoza putnika.

Postoji i podjela, u smislu kapaciteta, po razredima:

- Razred 1 – autobusi s više od 23 mjesta, uključujući vozača, konstruirani za prijevoz putnika prvenstveno u stajaćem položaju i čija je unutrašnjost konstruirana tako da omogućuje brzi prolaz putnika kroz unutrašnjost,
- Razred 2 – autobusi s više od 23 mjesta, uključujući vozača, konstruirani prvenstveno za prijevoz putnika u sjedećem položaju koji mogu prevoziti i stajalice putnike smještene samo u međuprostoru za prolaz i/ili u prostoru koji nije veći od površine koju zauzimaju dva dvostruka sjedala,
- Razred 3 – autobusi s više od 23 mjesta, uključujući vozača, konstruirani za prijevoz putnika samo u sjedećem položaju,
- Razred A – autobusi s najviše 23 mjesta, uključujući vozača, konstruirani za prijevoz putnika u sjedećem i stajaćem položaju,
- Razred B – autobusi s najviše 23 mjesta, uključujući vozača, konstruirani za prijevoz putnika samo u sjedećem položaju.⁷

Nadalje, autobusi se mogu podijeliti prema različitim vrstama pogona, odnosno načinu na koji se pokreću, tako imamo:

- autobusi s motorom na unutarnje izgaranje (pogonsko gorivo, primjerice, dizel, stlačeni naftni plin, tekući prirodni plin, biodizel itd.)
- hibridni autobusi (kombinacija motora s unutarnjim izgaranjem i elektropogona)
- električni autobusi (trend sukladan porastu brige za okoliš i smanjenju negativnih efekata od emisije ispušnih plinova, prije svega CO₂, buke i vibracija).⁸

Svaka od navedenih vrsta pogona ima svoje prednosti i nedostatke, te odabir ovisi o raznim ekonomskim, ekološkim i tehničkim čimbenicima. U posljednje vrijeme naglasak se stavlja na razvoj ekološki prihvatljivijih rješenja. (električni autobusi, autobusi s alternativnim gorivima).

⁶ Ibidem, str. 59

⁷ Ibidem, str. 59

⁸ Ibidem, str.59



Slika 1. Zglobni gradski autobus s tri osovine MAN Lions City

Izvor : <https://www.autobusi.net> (studeni 2023.)

Prema kriteriju glavne namjene, što se reflektira i na konstrukcijske izvedbe putničkog prostora, definirane su tri osnovne vrste autobusa:

- za prijevoz putnika na vrlo kratkim relacijama (razred 1: putnički prostor samo sa stajaćim mjestima) – prijevoz putnika u zračnim lukama, putničkim terminalima i dr.,
- za prijevoz putnika na kraćim relacijama (razred 2; razred A: putnički prostor sa stajaćim i sjedećim mjestima) – gradski i prigradski prijevoz putnika,
- za prijevoz putnika na dužim relacijama (razred 3; razred B: putnički prostor samo sa sjedećim mjestima) – međugradski i međunarodni prijevoz putnika.⁹

⁹ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 60

2.2. Tehničke i eksploatacijske značajke prijevoznih sredstava

Tehničke i eksploatacijske značajke autobusa kao prijevoznog sredstva ključne su za osiguravanje sigurnog, učinkovitog i udobnog prijevoza putnika. Tehničke karakteristike, poput snage motora, sustava kočenja, sigurnosnih sustava te dizajna unutrašnjosti, utječu na performanse i funkcionalnost vozila. Motor s učinkovitim gorivnim sustavom i naprednim kočionim sustavom osigurava optimalnu vožnju, dok sigurnosne značajke poput sustava protiv proklizavanja pridonose općoj sigurnosti putnika.

Eksploatacijske značajke, kao što su raspoloživost rezervnih dijelova, jednostavnost održavanja te efikasnost goriva, ključne su za operativnu ekonomičnost autobusa. Održavanje vozila u skladu s propisima i redovite tehničke provjere doprinose dugotrajnosti autobusa i minimiziraju moguće zastoje u radu.

Udobnost putovanja postiže se kroz kvalitetan ovjes, klimatizacijske sustave te ergonomičan dizajn unutrašnjosti. Sve ove značajke zajedno oblikuju integralnu vrijednost autobusa kao prijevoznog sredstva, čineći ih ključnim dijelom globalnog prijevoznog sustava i pružajući putnicima sigurno, učinkovito i ugodno putovanje.

2.2.1. Tehničke značajke prijevoznih sredstava

Tehničke značajke autobusa određene su uzimajući u obzir različite aspekte kako bi se osigurala optimalna funkcionalnost, sigurnost i učinkovitost vozila. Određivanje tehničkih značajki zahtijeva suradnju između proizvođača autobusa, prijevoznika, regulatora i drugih sudionika kako bi se osiguralo da vozilo ispunjava specifične potrebe i standarde određenog tržišta.

Tehnološke značajke bitno utječu na svaku pojedinu tehnologiju prijevoza putnika u cestovnom prometu (tehnologija prijevoza putnika u gradskom, prigradskom, međugradskom linijskom i tehnologija prijevoza putnika u turističkom prometu). Struktura i rang značenja pojedinih tehnoloških značajki mijenja se s duljinom transportne relacije sukladno namjeni (svrsi) putovanja.

Tehnološke značajke cestovnih putničkih vozila mogu se podijeliti prema različitim kriterijima, primjerice:

- sigurnosti putnika,
- brzini putovanja,
- podjela prema kapacitetu,
- prema snazi pogonskog motora,
- po starosnoj strukturi,
- utjecaju na brzinu izmjene putnika,
- utjecaju na udobnost,

- utjecaju na potrošnju goriva,
- heterogenosti, odnosno homogenosti voznog parka po markama proizvođača itd.¹⁰

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) - omjer efektivne snage motora i najveće dopuštene mase vozila [kW/t]
- pokazatelj omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora ($\eta_{s\text{ndm}}$) – omjer vlastite mase i efektivne snage motora vozila, recipročna vrijednost pokazatelja specifične snage [kg/kW]
- pokazatelj kompaktnosti (η_k) – omjer kapaciteta Q (broj stajaćih i sjedećih mjesta s gabaritnom površinom vozila)
- kapacitet autobusa (Q) – najveći broj putnika pri iskorištenju predviđenih putničkih mjesta stajaćih i sjedećih [PM]
- pokazatelj gabaritne površine po putničkom mjestu (η_{ppm}) – veća vrijednost znači veću udobnost tijekom vožnje
- koeficijent iskorištenja mase vozila (k_m) - omjer vlastite mase i najveće dopuštene mase prijevoznog sredstva, pokazuje 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 prijevoznoj jedinici,
- koeficijent sjedećih mjesta (k_s) - 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
- vanjska gabaritna površina (P_g) – umnožak duljine i širine prijevoznog sredstva¹¹

Od posebnog značaja u gradskom i prigradskom su tehnološke značajke kao visina poda putničkog prostora, broj vrata i njihova širina zbog velikog utjecaja na brzinu ulaska i izlaska putnika. Na slici 2 možemo vidjeti navedene značajke:

¹⁰ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 68

¹¹ Ibidem, str. 70



Slika 2. Gradska autobusna linija Zračna luka – Kvaternikov trg

Izvor: <https://autobusi.org/forum/>

2.2.2. Eksploatacijske značajke prijevoznih sredstava

Autobusi su generalno veoma učinkovita sredstva prijevoza u urbanim sredinama. Kako trendovi pokazuju sve je veća potreba za ovu vrstu prijevoza radi smanjenja prometnih zagušenja, bitno je rasteretiti zagušenost automobilskeg prometa osobnim automobilima. Autobusi kao prijevozna sredstva su vrlo učinkoviti zbog svoje mogućnosti velikog broja prevezenih putnika u jedinici vremena.

Kako bi se odabralo odgovarajuće vozilo za javni gradski putnički prijevoz moramo razmotriti mnoge čimbenike kao što su:

- Prometni čimbenici,
- Tehnički čimbenici,
- Ekonomski čimbenici,
- Energetski čimbenici.

Eksploatacijske značajke autobusa ključne su za održavanje njihove operativne učinkovitosti, dugovječnosti i pouzdanosti tijekom svakodnevnog prijevoza putnika. Redovito održavanje i praćenje eksploatacijskih karakteristika igraju ključnu ulogu u osiguravanju sigurnosti i udobnosti putovanja. Planirani rasporedi održavanja, u skladu s proizvođačevim preporukama, pomažu u prevenciji kvarova i produžuju životni vijek autobusa. Praćenje razine potrošnje goriva omogućuje učinkovito upravljanje troškovima prijevoza i smanjenje negativnog utjecaja na okoliš. Eksploatacijske značajke također uključuju brzu dostupnost rezervnih dijelova kako bi se minimiziralo vrijeme zastoja vozila u slučaju potrebe za popravkom. Sustavi dijagnostike i praćenje performansi omogućuju prijevoznicima da prepoznaju potencijalne probleme prije nego što postanu ozbiljni. Fleksibilnost i prilagodljivost su još dvije važne eksploatacijske značajke. Autobusi trebaju biti sposobni prilagoditi se različitim uvjetima u prometu, a također i zadovoljiti raznolike potrebe putnika, uključujući pristup osoba s invaliditetom.

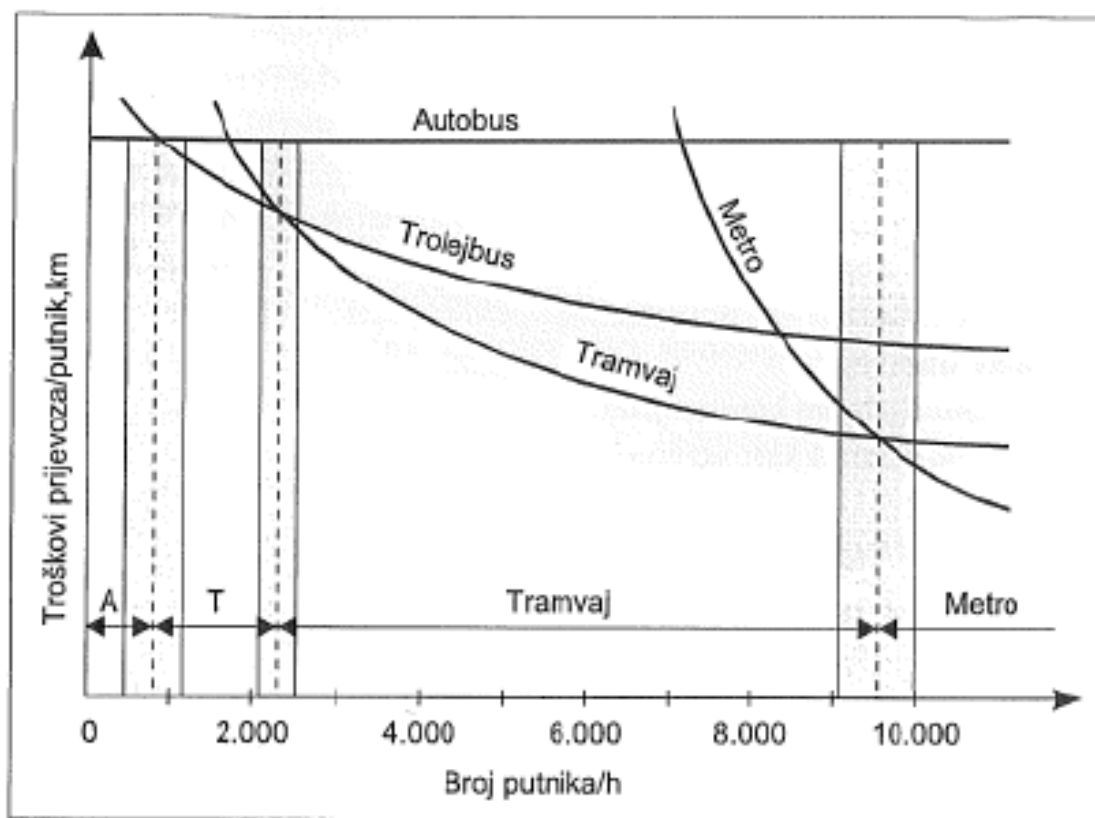
Među najbitnijim čimbenicima su ekonomski, kao što su troškovi energije, održavanja i radnog osoblja. Takvi čimbenici ovise prijednom putu i broju prevezenih korisnika te su stoga varijabilni i nemogu se točno predvidjeti.

S ekonomskog motrišta primjene pojedinih vrsta vozila za javni gradski prijevoz potrebno je uzeti u obzir sve troškove koji utječu na ukupne godišnje troškove po prevezenom putniku i prijednom putu. To su:

- pogonski troškovi, koje čine troškovi energije, radnog osoblja i održavanja. Ti troškovi su promjenjivi, odnosno ovise o broju prevezenih putnika i prijednom putu.
- Primjena autobusa (A) ekonomski je opravdana za prijevoz do približno 750 putnika po satu (500 – 1.200). Za veći broj putnika, do približno 2.200 po satu ekonomski je opravdana primjena trolejbusa (T). Za veći broj putnika postaje ekonomski opravdana primjena tramvaja. Za primjenu metroa granice mogu biti vrlo široke, a ovise o složenosti i cijeni trase na kojoj se metro uvodi. Prosječno to iznosi iznad 9.000 do 10.000 putnika po satu.
- troškovi investicijskih ulaganja, koji predstavljaju fiksne troškove. Oni obuhvaćaju troškove nabavke vozila, troškove elektrifikacije trasa, gradnju stabilnih postrojenja za napajanje kontaktne mreže električnom energijom, troškove gradnje trasa i pruga te troškove rashodovanja vozila.¹²

Ukupno gledano, pažljivo praćenje eksploatacijskih značajki autobusa osigurava da su vozila operativna, pouzdana i spremna za pružanje usluge putnicima u dinamičnom urbanom okruženju.

¹² Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006. str. 3.



Slika 3. Opravdanost primjene pojedinih vrsta vozila

Izvor: Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006. str. 3

Na slici 3. možemo vidjeti grafički prikaz ovisnosti jediničnih troškova o broju putnika po satu za različite vrste javnog gradskog prometa u približnim granicama.

3. LINIJSKI GRADSKI PUTNIČKI PRIJEVOZ

Linijski gradski putnički prijevoz predstavlja životnu arteriju urbanog tkiva, pružajući ključnu povezanost među različitim dijelovima grada i olakšavajući svakodnevna putovanja građana. Ovaj oblik prijevoza organiziran je prema čvrstom rasporedu linija koje obuhvaćaju ključne gradske rute, čime se omogućuje efikasan prijevoz velikog broja ljudi. Gradski autobusi, tramvaji ili metroi čine srce linijskog gradskog prijevoza.

Sustav javnoga gradskog putničkog prijevoza (u daljem tekstu: JGPP) u praksi čini više prometnih sustava koji u manjoj ili većoj mjeri, s nižim ili višim stupnjem zadovoljstva korisnika usluga zadovoljavaju putničku transportnu potražnju. Najčešće sustav javnoga gradskog putničkog prijevoza u manjih i srednje velikih gradova čine autobusni i trolejbusni i/ili tramvajski prometni sustav. Svaki od tih transportnih sustava ostvaruje svoju zadaću uz određenu razinu kvalitete, prijevoznu sposobnost, infrastrukturu i suprastrukturu, organizaciju te ekonomičnost. Porastom stanovništva dodatno se u sustav javnoga gradskog putničkog prijevoza uključuju drugi transportni sustavi većeg kapaciteta i više razine usluge, kao, primjerice, sustavi lake gradske željeznice ili metro-sustavi.¹⁷ Suvremeno društveno i gospodarsko okruženje obilježava stalan porast stupnja motorizacije i mobilnosti stanovništva. Sukladno tome sustav JGPP-a predstavlja djelatnost od posebnoga društvenoga interesa. S obzirom na stalno širenje gradova i stapanje s prigradskim naseljima prostorna dimenzija sustava JGPP-a odnosi se na područje gradske aglomeracije kojemu gravitiraju stanovnici određenoga grada. U strukturi prevezenih putnika najveći dio odnosi se na dnevne migrante koji se svakodnevno iz različitih motiva koriste ovim sustavom. Pritom između gradskoga i prigradskoga putničkog prijevoza postoje tehnološke razlike, primjerice, u pogledu prosječnih međustajališnih udaljenosti, intervala kretanja na prigradskim linijama, odnosno frekvenciji polazaka koja je u prigradskom prometu manja od četiri polaska tijekom sata.

Pojmovno se javni gradski putnički prijevoz može definirati kao sustav organiziranoga linijskog prijevoza putnika na prostoru određene gradske aglomeracije, kao i prijevoz između užeg teritorija grada i prigradskih naselja na dionicama i linijama na kojima većinu putnika čine dnevni migranti.¹³


Prema Zakonu o prijevozu u cestovnom prometu (NN 41/2018, 98/19), linijski prijevoz putnika odvija se na točno određenim linijama, po dogovorenom voznom redu, utvrđenoj cijeni prijevoza i ostalim propisima. U nastavku su objašnjeni pojmovi linije, relacije, voznog reda i urbanog kretanja putnika.

Linija predstavlja relaciju ili skup relacija kojima se obavlja prijevoz putnika u cestovnom prometu od jednog do drugog autobusnog kolodvora ili putničkog terminala. Na autobusnim kolodvorima i putničkim terminalima vidljivi su vozni redovi s više polazaka. Dok se relacija smatra udaljenošću između dva autobusna stajališta (NN 41/2018, 98/19, čl. 4).

¹³ Rajsman, M.: Osnove tehnologije prometa – Gradski promet, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012., str. 8.

Članak 4. Zakona o prijevoza u cestovnom prometu (NN 41/2018, 98/19) određuje vozni red kao akt na kojem su upisani naziv prijevoznika, naziv linije prijevoza, vrsta linije, prikaz autobusnih kolodvora po redoslijedu, autobusna stajališta i udaljenost od mjesta polazišta, vrijeme dolaska i polaska s autobusnih kolodvora, razdoblje u kojem se održava linija te rok važenja voznog reda (NN 41/2018, 98/19, čl. 4).

Vozni red - je akt koji sadrži: naziv prijevoznika, liniju na kojoj se obavlja prijevoz, vrstu linije, redoslijed autobusnih kolodvora, odnosno autobusnih stajališta, te njihovu udaljenost od mjesta gdje počinje linija, vrijeme dolaska i polaska s autobusnog kolodvora, odnosno autobusnog stajališta, režim održavanja linije, razdoblje u kojem se održava linija, te rok važenja voznog reda¹⁴



www.zet.hr
 Pozivni centar: 072 500 400
 e-mail: javnost@zet.hr
 Ozajska 105, 10 000 ZAGREB

VOZNI RED

BROJ LINIJE: 220 U PROMETU OD: 04.09.2023.

NAZIV LINIJE: Glavni kolodvor - Dugave

GLAVNI KOLODVOR					RADNI DAN					DUGAVE				
sati		minute			sati		minute			sati		minute		
4	35	45			4	25	39	53		4	25	39	53	
5	00	15	29	39	50	5	07	21	35	49	59			
6	00	11	21	32	42	55	6	10	20	31	41	52		
7	07	20	32	45			7	04	17	29	41	52		
8	00	15	30	45			8	05	20	35	50			
9	00	15	30	45			9	05	20	35	50			
10	00	15	30	45			10	05	20	35	50			
11	00	15	30	45			11	05	20	35	50			
12	00	15	30	45			12	05	20	35	50			
13	00	12	23	34	45	57	13	05	20	32	43	54		
14	08	19	30	42	55		14	05	17	28	39	52		
15	07	20	32	45	57		15	04	17	29	42	54		
16	10	25	40	55			16	07	19	32	45			
17	10	25	40	55			17	00	15	30	45			
18	10	25	40	55			18	00	15	30	45			
19	10	25	40	55			19	00	15	30	45			
20	10	25	40				20	00	15	30	45			
21	01	22	43				21	00	21	42				
22	04	25	46				22	03	24	45				
23	05	35					23	06	23	53				
0	15	50					0	* 30						
1	30						1	* 05	* 45					

Slika 4. Vozni red na relaciji Glavni kolodvor – Dugave

Izvor: Zet.hr

¹⁴ Zakon o prijevozu u cestovnom prometu NN 82/13

U linijskom gradskom putničkom prijevozu vozila se kreću između dvije krajnje stanice A i B po unaprijed određenoj ruti poštujući vozni red, te se zaustavljaju na predviđenim mjestima (autobusne stanice) gdje se vrši ulazak i izlazak putnika iz vozila.

Linija se sastoji od unaprijed određene putanje kretanja transportnog sredstva (trasa), posebno izgrađene i označene prometne površine namjenjene zaustavljanju vozila za potrebe zaslaska i izlaska putnika (autobusno stajalište), početnog i završnog stajališta na liniji (terminal).

Da bi postigli optimalnu udaljenost između linija, pri projektiranju gradske mreže javnog prijevoza putnika moramo uzeti u obzir parametre kao što su: vrijeme pješaćenja, vrijeme čekanja i troškovi usluge. Svaka linija treba osigurati dvije temeljne funkcije: skupljanje/distribuciju putnika i njihov prijevoz na određenoj udaljenosti. Stajališta autobusa moraju biti postavljena na odgovarajućim udaljenostima duž cijele autobusne linije. Većina stajališta trebala bi imati minimalnu opremu sa sjedalima i informativnim stupom. Ako stajališta nisu u razini ulice te putnici moraju svladati stepenicu pri ulasku u autobus ili izlasku iz autobusa, postaju velik problem za starije osobe, invalide, djecu te ljude s kolicima i prtljagom. Posljedica je dulje vrijeme čekanja na ulazak i izlazak putnika.

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

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

Izvor: Štefančić G. Tehnologija gradskog prometa I. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2008.

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 prijevodu, 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.¹⁵

Važnost linijskog gradskog prijevoza posebno dolazi do izražaja u većim urbanim područjima gdje građani ovise o tim uslugama za svakodnevno putovanje na posao, školu ili druge destinacije. Kroz pružanje pristupačnog, učinkovitog i ekološki prihvatljivog prijevoza, linijski gradski putnički prijevoz postaje ključna komponenta životnog stila u modernim gradovima, omogućavajući povezanost i mobilnost građana u dinamičnom urbano-planiranom okruženju.

¹⁵ [5] Brnić D. Primjena zamjenskih goriva i hibridnog pogona autobusa u gradsko – prigradskom prijevozu. Diplomski rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2015.

4. TEHNIČKO EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE AUTOBUSA GRADSKOG TIPRA

Autobus gradskog tipa čini temeljni stup urbanog prijevoza, pridonoseći sigurnosti, učinkovitosti i udobnosti putnika. Motori su posebno prilagođeni za gradsku vožnju, s naglaskom na ubrzanju, manevriranju i ekonomičnosti goriva. Pogonski sustavi često uključuju električne, hibridne ili plinske opcije, s ciljem smanjenja emisija i poboljšanja ekološke održivosti u urbanim sredinama. Sigurnosne značajke, poput sustava za kontrolu stabilnosti, sustava protiv proklizavanja i naprednih kočnica, pružaju zaštitu putnicima i vozaču tijekom dinamičnih gradskih vožnji. Unaprijeđene karakteristike ovjesa i amortizacija osiguravaju udobnost putovanja, minimizirajući utjecaj neravnina na cesti. Udobnost putnika postiže se pažljivim planiranjem unutrašnjosti, uključujući ergonomska sjedala, sustave grijanja i hlađenja te prilagodbe osobama s invaliditetom. Pametni sustavi informacija putnicima pružaju realno vrijeme dolazaka i druge relevantne informacije, poboljšavajući iskustvo putovanja.

Gradski autobusi svojim su konstrukcijskim značajkama prilagođeni za linijski prijevoz putnika na kratkim relacijama unutar urbanog prostora. Obilježava ga znatan broj mjesta za stajanje, dvoja dvokrilna vrata ili više njih za brzu izmjenu putnika.

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

- dvoosovinski ili troosovinski s jednodijelnom karoserijom duljine 11 – 15 m, koji ima 85 – 120 putničkih mjesta i neto masu 9 – 11 tona te troja dvokrilna vrata,
- zglobni troosovinski s dvodijelnom karoserijom duljine 15 – 18 m, koji ima 150 – 180 putničkih mjesta i neto masu 15 – 17 tona te četvora dvokrilna vrata.

Visina autobusa do gornjeg ruba krova može biti u rasponu 2900 – 3300mm, a najveća širina može iznositi 2450 – 2550mm. Od ukupnog broja putničkih mjesta, oko 20-35% su sjedeća, a stajaća mjesta se računaju s 5-6 putnika/m². Karoserija autobusa može bit izvedena s glavnim nosivim okvirom ili kao samonosiva konstrukcija. Maksimalna snaga dieslovih motora za pogon autobusa u rasponu je od 160 – 280 kW, a najveća brzina vrtnje iznosi do 2500 o/min. Maksimalna brzina vožnje gradskih autobusa najčešće je 90 – 95 km/h.

Gradski autobus je namijenjen prijevozu putnika na kratkim relacijama. Obilježava ga znatan broj mjesta za stajanje, dvoja široka dvokrilna vrata za brzu izmjenu putnika ili više njih. Često se izvode s niskim podovima što putnicima olakšava ulaz u vozilo i izlaz iz vozila. Ne razvijaju velike najveće brzine vožnje, ali imaju veća ubrzanja i usporenja da bi se povećala prosječna brzina vožnje, odnosno prometna brzina.¹⁶

¹⁶ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 73.



Slika 5. Različite konstrukcijske izvedbe autobusa gradskog tipa marke MAN

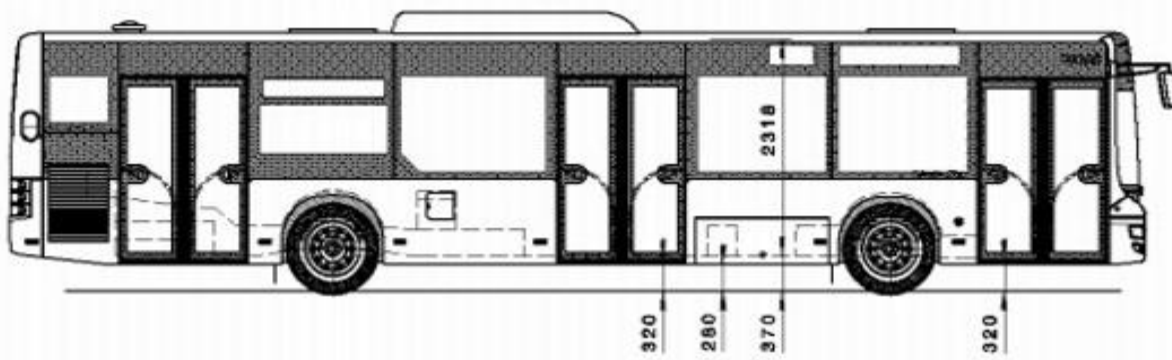
Izvor: Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 73.

4.1. Standardni i zglobni autobus

Standardni autobus je vrsta cestovnog vozila koje se za prijevoz gradskih i prigradskih putnika u svijetu najčešće koristi zbog svojih zadovoljavajućih tehničko-eksploatacijskih i ekonomsko-organizacijskih karakteristika.

Standardni autobus najčešće je kapaciteta od 50 do cca 80 putnika, a rabi se u svim uvjetima eksploatacije, kako u javnom linijskom prijevozu, turističkom prometu te prijevozu za vlastite potrebe (tablica 2.). Izvedba putničkog prostora može biti različita te ovisi o potrebama prijevoznika sukladno namjeni i uvjetima eksploatacije prijevoznika unutar konkretnog prometnog sustava.¹⁷

¹⁷ Ibidem, str. 55.



Slika 6. Gradski niskopodni standardni autobus MAN Lion's City

Izvor: Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 74.

Tablica 2. Tehničko-eksploatacijske značajke standardnih autobusa

Kapacitet	70-82 putničkih mjesta
Duljina	10,7 – 12,2 m
Širina	2,4 – 2,5 m
Visina	2,9 – 3,1 m
Unutrašnja visina	2,05 – 2,23 m
Broj osovina	2 komada
Razmak osovina	5,6 – 7,6 m
Minimalni radijus okretanja	10,5 – 12
Prednji prepust	2,1 – 2,7 m
Visina poda	0,5 – 0,9 m
Maksimalna brzina	72 do 110 km/h

Izvor: <https://www.prometna-zona.com/autobusi/>

Zglobni autobus je najdulje cestovno putničko prijevozno sredstvo kojeg čini vučno vozilo i polu-prikolica međusobno povezani nosećim fleksibilnim mehaničkim zglobovima i harmonika oplatom čineći tako funkcionalnu cjelinu kontinuirane unutrašnjosti vozila koje ima mogućnost otklona +/- 40 stupnjeva u horizontalnoj i +/- 10 stupnjeva u vertikalnoj ravnini.¹⁸

¹⁸ Ibidem, str. 56.,57.

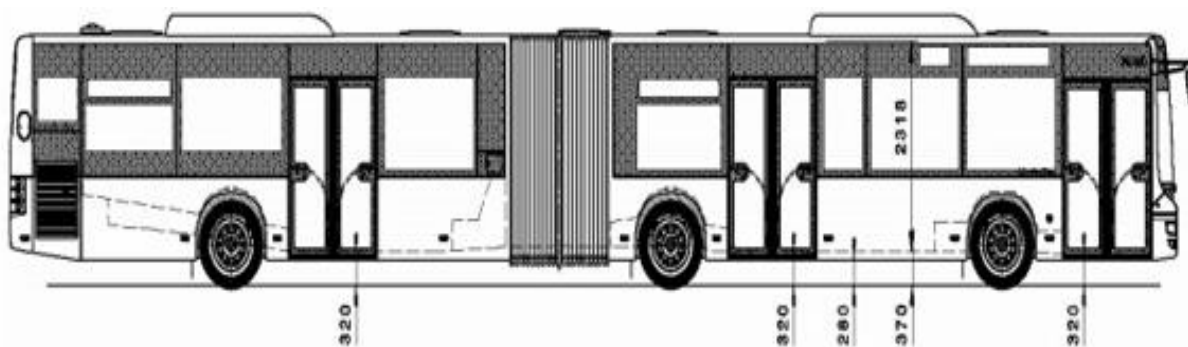
U odnosu na standardnu izvedbu autobusa, zglobni autobusi imaju određene tehničko eksploatacijske prednosti:

- veći kapacitet (posebno značajan u vremenu vršnog prometnog opterećenja)
- niži jedinični transportni trošak po prevezenom putniku
- veći broj raspoloživih mjesta za sjedenje u izvanvršnim razdobljima.¹⁹

Tablica 3. Tehničko-eksploatacijske značajke zglobnih autobusa

Kapacitet	70-82 putničkih mjesta
Duljina	10,7 – 12,2 m
Širina	2,4 – 2,5 m
Visina	2,9 – 3,1 m
Unutrašnja visina	2,05 – 2,23 m
Broj osovina	2 komada
Razmak osovina	5,6 – 7,6 m
Minimalni radijus okretanja	10,5 – 12
Prednji prepust	2,1 – 2,7 m
Visina poda	0,5 – 0,9 m
Maksimalna brzina	72 do 110 km/h

Izvor: <https://www.prometna-zona.com/autobusi/>



Slika 7. Shematski prikaz gradskoga niskopodnoga zglobnog autobusa MAN Lion's City G

Izvor: Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 74

¹⁹ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 74

Glavni razlog uvođenja zglobnih vozila je veći kapacitet. Tako zglobni autobus može u vršnom opterećenju primiti 150 do 160 putnika. Ukupna prijevozna moć redovne linije sa zglobnim autobusima može se prikazati ovako: ako je interval nailaska vozila 1 minuta tj. Ako semafori ulice rade u ciklusima 60 sekundi, dakle 60 vozila na sat po 150 putnika u vozilu, iznosi 9000 putnika u jednom smjeru na sat. Ako u istom intervalu nailaze po dva vozila, što je moguće upotrebom žute trake i uz prioritetni prolaz autobusa na semaforima, kapacitet linije se povećava na 18 000 putnika na sat u istom smjeru.²⁰

Tablica 4. Usporedba niskopodnog standardnog i niskopodnog zglobnog autobusa marke MAN

Tehnički podaci	MODELI	
	Lion's City Niskopodni standardni	Lion's City G Niskopodni zglobni
Duljina (m)	11,98	17,98
Širina (m)	2,5	2,5
Visina iznad svega (m)	2,985	2,985
Osovinski razmak (m)	5,875	5,105 / 6,770
Prednji prevjes / stražnji prevjes (m)	2,700 / 3,405	2,900 / 3,405
Visina putničkog prostora (m)	2,318	2,318
Visina poda (m)	0,37	0,37
Kapacitet prtljage (m ³)	nema	nema
Visina ulaza (m)	0,32 / 0,34	0,32 / 0,34 / 0,34
Osov. opterećenje (kg)	7.245 kg / 11.500 kg	7.245 kg / 11.500 kg
Naj. dop. masa (kg)	18.000 kg	28.000 kg
Motor (KS)	320 (EEV – plinski motor) 270 – 310 (E4) 280 – 320 – 360 (EEV)	320 (EEV) 310 – 350 (E4) 320 – 360 (EEV)
Mjenjač	Autom. mjenjač 4 brzine Autom. mjenjač 6 brzina	Autom. mjenjač Voith Autom. mjenjač ZF 6
Broj PM (Min – Max)	do 36 sjedala 27 sjedala + 75 stajaćih mjesta (ukupno 102 PM)	Max. 51 sjedalo 103 stajaća mjesta (ukupno 154 PM)
Izvedba vrata	Dvoja ili troja dvokrilna vrata	Troja ili četvora dvokrilna vrata
N_s [kW/t]	11,02 – 14,70	8,26 – 9,59
η_{snda} [kg/kW]	89,40 – 67,05	121,12 – 104,30
P_g [m ²]	29,95	44,95
η_k [PM/m ²]	3,4	3,4
η_{ppm} [m ² /PM]	0,29	0,29

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 75

²⁰ Prikrić, B., Perše, S.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1991., str.168

Iz tablice 4. možemo vidjeti razlike između standardnog i zglobnog autobusa kao što su:

- zglobni je autobus u odnosu na standardni 50 % veće duljine,
- zglobni je autobus u odnosu na standardni autobus otprilike 51 % većeg putničkog kapaciteta,
- pokazatelj specifične snage N_s [kW/t] za standardni autobus ima vrijednost od 15 do 78 % višu nego zglobni (pod pretpostavkom punog iskorištenja kapaciteta autobusa za vrijeme vršnog prometnog opterećenja), što standardnom autobusu daje bitno bolja dinamička svojstva u prometu, a kao posljedicu izravno:
 - povećava njegovu obrtnu brzinu,
 - smanjuje vrijeme trajanja obrta vozila na liniji,
 - povećava proizvodnost rada,
 - povećava prijevoznu sposobnost linije,
 - smanjuje potreban broj angažiranih vozila i vozača na liniji,
- vrijednost pokazatelja $\eta_{s\text{ndm}}$ [kg/kW] (pod pretpostavkom punog iskorištenja kapaciteta autobusa za vrijeme vršnog prometnog opterećenja) kod zglobnoga je autobusa od 35 do 81 % veća nego kod standardnog što opet standardnom autobusu daje bitno bolja dinamička svojstva u prometu, a kao posljedicu izravno:
 - povećava njegovu obrtnu brzinu,
 - smanjuje vrijeme trajanja obrta vozila na liniji,
 - povećava proizvodnost rada,
 - povećava prijevoznu sposobnost linije,
 - smanjuje potreban broj angažiranih vozila i vozača na liniji.²¹

4.2. Minibus

Tehničko-eksploatacijske značajke minibusa čine ih fleksibilnim i praktičnim sredstvom prijevoza u različitim kontekstima. Minibusi, često s kapacitetom od 9 do 20 putničkih sjedala, namijenjeni su prijevozu manjeg broja putnika, čime se posebno ističu u lokalnim prijevoznim sustavima, turizmu ili korporativnim prijevozima. Motori minibusa prilagođeni su ekonomičnosti goriva i okretnosti, što ih čini pogodnima za vožnju kroz gradske ulice ili uske ceste. Njihova manja veličina omogućava jednostavnije manevriranje i parkiranje, čime se povećava operativna fleksibilnost. Sigurnosne značajke minibusa uključuju sustave protiv proklizavanja, ABS kočnice i napredne zračne jastuke, pružajući putnicima i vozaču visok stupanj sigurnosti. Ovisno o modelu i svrsi uporabe, minibusi često nude prilagodljive opcije sjedala, uključujući mogućnost prilagodbe za osobe s invaliditetom.

²¹ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 78

Tablica 5. Tehničko-eksploatacijske značajke minibusa

Kapacitet	15-30 putničkih mjesta
Duljina	5,4 – 7,7 m
Širina	2,1 – 2,4 m
Visina	2,7 – 2,8 m
Unutrašnja visina	1,85 – 1,9 m
Broj osovina	2 komada
Razmak osovina	2,7 – 4,3 m
Minimalni radijus okretanja	7,8 – 13,5
Prednji prepust	0,75 – 1,25 m
Visina poda	0,5 – 0,7 m
Maksimalna brzina	40 do 95 km/h

Izvor: <https://www.prometna-zona.com/autobusi/>

Održavanje minibusa je često jednostavno i ekonomično, uz pristupnost rezervnim dijelovima i servisima. Pored toga, učinkovitost i dugovječnost vozila postižu se redovitim održavanjem te korištenjem naprednih dijagnostičkih sustava.

Minibusi su tako postali važan segment prijevoza, pružajući optimalan balans između kompaktnosti, učinkovitosti i sigurnosti, što ih čini ključnim vozilom za raznolike potrebe prijevoza putnika u različitim okruženjima.



Slika 8. Minibus Iveco

Izvor: autobusi.org/forum/

4.3. Autobusi na kat

Ovi impresivni vozni entiteti, često korišteni za međugradske i turističke rute, kombiniraju tehničke inovacije s praktičnim dizajnom. Motori autobusa na kat obično su snažni, pružajući potrebnu snagu za vožnju na duže udaljenosti i kroz različite terene. Pogonski sustavi često uključuju najnovije tehnologije kako bi se poboljšala učinkovitost goriva i smanjila emisija štetnih plinova, čime se pridonosi održivom prijevozu.

Sigurnosne značajke ovih autobusa na kat često su visoko razvijene, uključujući sustave poput ABS kočnica, sustava protiv proklizavanja, kontrolu stabilnosti i naprednih sustava za praćenje vozila. Unutrašnjost vozila je dizajnirana s naglaskom na sigurnost putnika, uključujući sustave zaštite u slučaju sudara i sigurnosne pojaseve.

Komfor putnika također ima ključnu ulogu, s prostranim i udobnim sjedalima, klimatizacijskim sustavima i panoramskim prozorima koji pružaju putnicima ugodno iskustvo tijekom putovanja. Dodatna oprema poput WC-a, usluge Wi-Fi-a i zabavnih sustava često su dostupni na autobusima na kat, pridonoseći ukupnom putničkom doživljaju.

Na tržištu prevladavaju dvije osnovne kategorije koje se razlikuju prema kapacitetu, brzini, opremi i uslugama te nabavnoj cijeni, i to:

- visokopodni autobusi (44 – 59 sjedećih mjesta)
- autobusi na kat (70 – 90 sjedećih mjesta).

Visokopodni autobusi redovito sačinjavaju glavninu voznog parka turističkih agencija koje ih prema potrebi upotrebljavaju za dulja turistička putovanja, jednodnevne izlete i za lokalni transfer turista u turističkoj destinaciji, razgledavanje, shuttle-prijevoze i slično. Suvremenu konstrukciju autobusa uglavnom obilježavaju trendovi koji su karakteristični za konstrukciju automobila:

- aerodinamični oblik
- ekonomičniji pogonski motori
- ojačana konstrukcija
- sve značajniji naglasci na elementima udobnosti, pasivne i aktivne sigurnosti.²²

Posebna se pozornost ukazuje značajkama pogonskog motora radi smanjenja emisije ispušnih plinova u atmosferu. Dokaz tome su sve oštrije ekonorme koje autobusi moraju zadovoljavati kako bi im bio dopušten ulazak na neka turistička odredišta ili u neke poznate europske gradove koji uvjetuju minimalnu ekonormu za ulazak u uži centar, kao što su Rim u Italiji, Beč u Austriji i slično. U prilagođavanju interijera autobusa danas uistinu nema tehničko–tehnoloških prepreka pa je moguće njegovo oblikovanje prema posebnim zahtjevima kupca. Neki primjeri mogućih izvedbi interijera autobusa sukladno različitim zahtjevima jesu: 84

- umetanja kuhinje s više opreme,
- umetanja posebno ergonomski oblikovanih udobnijih sjedišta za putnike,
- ugradnja manjeg broja sjedišta radi više razine udobnosti,
- umetanje stolova između sjedišta,
- svi drugi izvedivi zahtjevi kupca.²³

²² Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 86.

²³ Ibidem, str. 87.



Slika 9. Autobus na kat

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/AEC_Routemaster

Tablica 6. Tehničko – eksploatacijske značajke autobusa na kat

Kapacitet	70-125 putničkih mjesta
Duljina	8,5 – 12 m
Širina	2,45 – 2,5 m
Visina	4 – 4,4 m
Unutrašnja visina	1,4 – 1,8 m
Broj osovina	2 do 3 komada
Razmak osovina	4,3 – 5,6 m
Minimalni radijus okretanja	9,2 – 11,5 m

Prednji prepust	0,9 – 2,5 m
Visina poda	0,64 – 0,68 m
Maksimalna brzina	60 do 85 km/h

Izvor: <https://www.prometna-zona.com/autobusi/>

4.4. Ostali autobusi

Prigradski je autobus namijenjen prijevozu putnika u prigradskom prometu, što podrazumijeva nešto dulje relacije nego u gradskih autobusa. Predviđa se da sva mjesta budu sjedeća, a vrata dovoljno široka za brzu izmjenu putnika. Prigradska autobusna linija definira se kao relacija ili skup relacija obavljanja prijevoza u cestovnom prometu, od početnog do završnog kolodvora, odnosno stajališta, na kojoj se prevoze putnici po registriranom i objavljenom voznom redu s jednim polaskom ili više njih²⁴

S obzirom na posebne značajke koje se ogledaju prije svega u veličini i dinamici putničke potražnje na prigradskim linijama, moguće je konstatirati i posebnosti tehnologije prijevoza putnika u cestovnom prigradskom linijskom putničkom prometu. Sukladno tome postoje tehničkotehnološke razlike u proizvodnji transportne usluge između gradskih i prigradskih linija. U tehničkom pogledu razlika se prije svega odnosi na izvedbu putničkog prostora jer se na prigradskim linijama u pravilu ugrađuju samo sjedeća mjesta s višom razinom udobnosti nego za gradske autobuse, zbog niže razine putničke potražnje i time nižeg stupnja intenziteta izmjene putnika, niskopodnost autobusa nije značajan element proizvodnosti. Isto tako smanjen je potreban broj vrata za izmjenu putnika (u pravilu dvojna vrata), a često se na prigradskim linijama upotrebljavaju autobusi s posebno odijeljenim (bočne unutarnje stranice ispod poda putničkog prostora) prtljažnim prostorom.²⁵

²⁴ Ibidem, str. 80

²⁵ Ibidem, str 78



Slika 10. Autobus prigradskog tipa

Izvor: <http://autobus.hr/kategorije-autobusa/prigradski-autobus-4/>

Međugradski autobus namijenjen je prijevozu putnika na duljim relacijama, zbog čega njegova udobnost za putnike mora biti znatno poboljšana. Svi putnici imaju mjesto za sjedenje, vrata su manja, ugrađuju se uređaji za klimatizaciju, audio uređaji i video uređaji, ima dovoljno velik prostor za smještaj prtljage te druge pogodnosti bitne za dulja putovanja.²⁶

Razina udobnosti i opremljenost autobusa međugradskoga tipa ovisi o duljini relacije (primjerice, razmak među sjedalima, od minimalnih 65 cm kod standardnog do preko 81 cm kod luksuznog autobusa, nagibni nasloni sjedala, bežični internet, mogućnost napajanja mobilnih uređaja, osobnih računala, toalet je obavezan na relacijama preko 700 km i dr.) te željenoj razini kvalitete transportne usluge koju prijevoznik pruža korisnicima u linijskom međugradskom putničkom prometu.²⁷

²⁶ Zavada, J: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str.: 7.

²⁷ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 83.



Slika 11. Autobus međugradskoga tipa marke MAN model Lion's Coach L

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 84.

Autobusi za turističke svrhe posebna su kategorija vozila, koja s naglim razvojem turizma dobiva sve veće značenje. Godišnje se u Europi stavlja u promet tisuće novih turističkih autobusa. To su vozila koja su građena s najvećim dosada postignutim komforom u proizvodnji autobusa. Stoga većinu tih autobusa izrađuju specijalne radionice karoserija na standardne šasije izrađene u tvornicama autobusa.²⁸

Odlikuju se vrlo udobnim sjedalima, često s promjenom nagiba, velikim prozorima obično sa zasjenjenim staklom koji su uglavnom produženi prema stopu da se poveća panorama putnicima.

Na tržištu prevladavaju dvije osnovne kategorije koje se razlikuju prema kapacitetu, brzini, opremi i uslugama te nabavnoj cijeni, i to:

- visokopodni autobusi (44 – 59 sjedećih mjesta)
- autobusi na kat (70 – 90 sjedećih mjesta).

Visokopodni autobusi redovito sačinjavaju glavninu voznog parka turističkih agencija koje ih prema potrebi upotrebljavaju za dulja turistička putovanja, jednodnevne izlete i za lokalni transfer turista u turističkoj destinaciji, razgledavanje, shuttle-prijevoze i slično. Suvremenu konstrukciju autobusa uglavnom obilježavaju trendovi koji su karakteristični za konstrukciju automobila:

²⁸ Prikrić, B., Perše, S.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1991., str.171

- aerodinamični oblik
- ekonomičniji pogonski motori
- ojačana konstrukcija
- sve značajniji naglasci na elementima udobnosti, pasivne i aktivne sigurnosti.²⁹

Specifičnost turističkih autobusa, uz velike staklene površine, predstavlja oprema namijenjena udobnosti kao što je: klima-uređaj, video uređaj, priručna kuhinja, sanitarni čvor, stolovi, a kod autobusa na kat čak i ležajevi. Upravo su autobusi takve nadogradnje (konstrukcije) omogućili uspostavljanje tržišta višednevnih turističkih putovanja – koja se baziraju na smjenjivanju vožnje i turističke ponude, a često tijekom vožnje turisti uživaju u određenim turističkim sadržajima (razgledavanje okoline, jednostavni ugostiteljski sadržaji i slično).³⁰



Slika 12. Autobus za turističke svrhe

Izvor: <http://www.zet.hr/aktualnosti/vijesti/dan-grada-zagreba-uz-besplatne-voznje-zet-ovim-turistickim-linijama/422>

²⁹ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 86.

³⁰ Ibidem, str. 87.

5. PRIMJENA ALTERNATIVNIH POGONA U GRADSKOM PRIJEVOZU

Primjena alternativnih goriva u gradskom prijevozu predstavlja ključnu inovaciju u industriji prometa koja odgovara na izazove povezane s emisijama stakleničkih plinova, smanjenjem onečišćenja zraka i potrebom za održivijim urbanim mobilnostima. Ovaj proaktivan pristup ne samo da smanjuje negativne utjecaje na okoliš, već i potiče razvoj tehnologija koje mogu unaprijediti kvalitetu života u urbanim sredinama.

Alternativna goriva su goriva koja su zamjena uobičajnim gorivima. To su svi materijali ili kemijske tvari koji se mogu koristiti za gorivo (osim uobičajenih goriva). Kao primjer alternativnih goriva u eksploataciji autobusa koriste se biodizel, ukapljeni plin, električna energija, vodik itd.

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.

5.1. Električni autobus

Električni autobus predstavlja inovativno i ekološki održivo rješenje u transformaciji javnog prijevoza. Jedna od ključnih prednosti električnih autobusa je smanjenje emisija štetnih tvari i njihov pozitivan utjecaj na okoliš. Bez izgaranja fosilnih goriva, električni autobusi ne proizvode lokalne emisije štetnih plinova i čestica koje pridonose onečišćenju zraka. Ovaj aspekt ima izravan pozitivan učinak na kvalitetu zraka u urbanim sredinama, što je ključno za zdravlje stanovnika.

Pored ekoloških prednosti, električni autobusi smanjuju i razinu buke u gradskim područjima. Električni motori su općenito tiši od tradicionalnih motora s unutarnjim izgaranjem, pružajući putnicima i stanovnicima okolnih područja tišu vožnju i smanjujući ukupnu buku u urbanim sredinama.

U usporedbi sa autobusima na diesel pogon bolja je iskoristivost mase naspram snage (u slučaju struje koja je proizvedena izvan autobusa), iskoristivost električne energije iznosi oko 98%, dok se kod čistog unutarnjeg izgaranja može iskoristiti najviše 30% zbog topline, koja se gubi, ne nastaju ispušni plinovi od samog elektromotora. Hibridni autobus koji ima i motor sa unutarnjim izgaranjem, može proizvoditi ispušne plinove, ali u znatno manjoj mjeri jer neki koriste regenerativnu energiju. Regenerativna energija se proizvodi kočenjem, što je moguće jer je elektromotor ujedno i generator tj. izvor električne energije ukoliko se koristi na obrnuti način.



Slika 13. Električni autobus MAN Lion City 12E

Izvor: Bernard Huber, Munchen/Man

Napredna tehnologija baterija ključna je komponenta električnih autobusa. Baterijski paketi omogućuju autobusima dovoljan doseg za održavanje redovitog rasporeda vožnje, a brze punionice ubrzavaju vrijeme punjenja. Osim toga, proizvođači stalno rade na poboljšanjima kapaciteta baterija kako bi se povećao doseg vozila, čime se smanjuje ovisnost o stanicama za punjenje.

Održavanje električnih autobusa često je manje složeno u usporedbi s tradicionalnim autobusima s unutarnjim izgaranjem. Električni motori imaju manje pokretnih dijelova i manje potreba za redovitim održavanjem, što rezultira smanjenim troškovima održavanja na dugi rok.

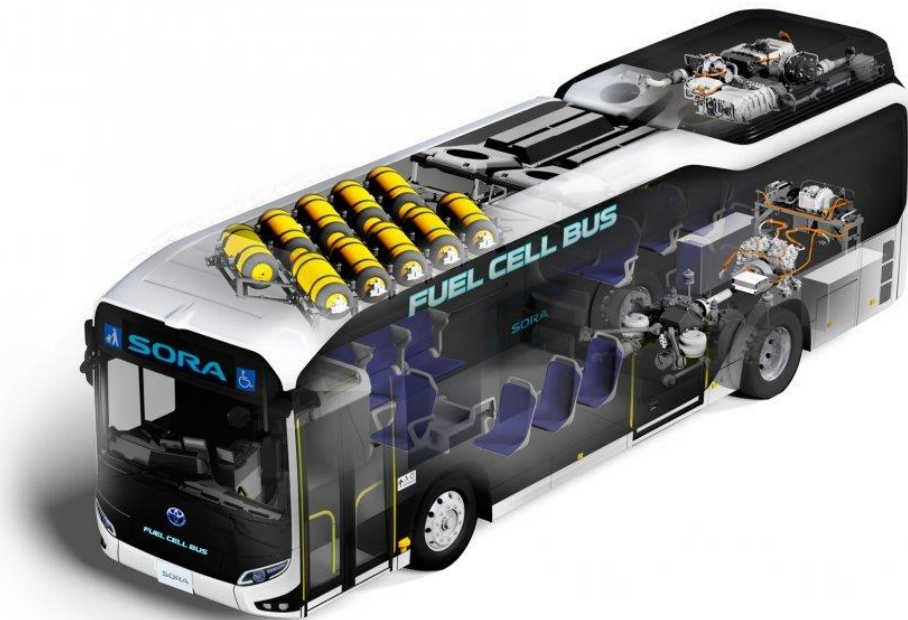
Sve ove karakteristike čine električni autobus atraktivnim rješenjem za gradove koji žele modernizirati svoj javni prijevoz u cilju postizanja održivije i ekološki prihvatljivije urbanističke vizije. Električni autobusi ne samo da podižu kvalitetu javnog prijevoza već i potiču napredak prema održivijoj budućnosti mobilnosti u gradskim područjima.

5.2. Pogon na gorive ćelije

Ovi autobusi koriste vodik kao gorivo za proizvodnju električne energije putem gorivnih ćelija, čime pridonose smanjenju emisija štetnih tvari i poboljšavaju kvalitetu zraka u urbanim sredinama. Kod gorivnih ćelija struktura pogona slična je hibridno – električnom pogonu samo što su motor s unutarnjim izgaranjem i generator zamijenjeni gorivim ćelijama. Kao produkt izgaranja kod ove vrste pogona nastaje vodena para čime se postiže potpuna održivost i minimiziranje negativnih utjecaja na okoliš.

Dug doseg jedna je od ključnih karakteristika autobusa na vodik. Ovi autobusi često imaju veći doseg u usporedbi s električnim autobusima s baterijama, što ih čini idealnim za dulje rute ili međugradske prijevoze. Brzo punjenje također pridonosi operativnoj učinkovitosti, omogućavajući kraće vrijeme zastoja između vožnji.

Pored toga, autobusi na vodik mogu pridonijeti smanjenju ovisnosti o fosilnim gorivima. Vodik se može proizvesti iz obnovljivih izvora energije, poput sunca ili vjetra, čime se stvara održiv lanac opskrbe. Ovaj aspekt doprinosi globalnim naporima u prijelazu prema energetski održivijem društvu. Iako infrastruktura za punjenje vodika trenutno predstavlja izazov, gradovi i države diljem svijeta postupno ulažu u razvoj mreže punionica kako bi podržali povećanu upotrebu autobusa na vodik. Time se stvaraju uvjeti za postupno uvođenje ove tehnologije u masovni javni prijevoz. Autobusi na vodik predstavljaju most između održivosti i praktičnosti u urbanim područjima. Njihova ekološka prihvatljivost i napredne tehničke značajke čine ih privlačnim rješenjem u nastojanjima gradova da pruže čistiji i učinkovitiji javni prijevoz.



Slika 14. Toyota FCEV autobus SORA (2018.)

Izvor: promo fotografije/autor Toyota

5.3. Stlačeni prirodni plin

Stlačeni prirodni plin je poznat na engleskom jeziku kao Compressed Natural Gas (CNG), na hrvatskom jeziku kao Stlačeni Prirodni plin (SPP). Stlačeni prirodni plin se dobiva kompresiranjem metana (CH_4) koji se izvlači iz prirodnog plina. Metan je najkraća i najlakša molekula ugljikovodika. U prirodnom plinu ga ima oko 85%. Često se stlačeni prirodni plin (SPP) ili (CNG) zamjenjuje za tekući prirodni plin (TPP) ili (LNG) Liquid Natural Gas, razlika je jedino u tome što je SPP u stlačenom ili kompresiranom, a TPP je u tekućem stanju.

Prednosti stlačenog prirodnog plina:

CNG ili SPP ima vrlo čisto sagorijevanje što znači da nema prisustva ugljika i kiseline u ulju motora. Nije potrebno ispirati nakupljeno ulje na vrhu klipnog prstena, što rezultira dužim vijekom trajanja samog motora. Svjećice traju praktično vječno što se tiče samog plina naravno, te ulje je još uvijek žute boje kad ga se mijenja.

Primjer toga je, da se kod vozila na benzin ulje mijenja svakih 5000 do 6500 km, a kod vozila na prirodni plin produžuje se vrijeme promjene ulja na čak 15000 do 16000 km.

- duži vijek trajanja motora,
- komponente u vozilu ostaju čišće zbog boljeg i sagorijevanja plina,
- manji trošak pri servisu zbog rjeđeg otkaza dijelova u vozilu,
- pobuda od strane države pri ugradnji i korištenju plina,
- bolja učinkovitost u odnosu na klasična goriva.

Stlačeni prirodni plin je jedno od najčistijih fosilnih goriva. Kad bi usporedili Stlačeni prirodni plin sa benzinom dolazimo do podataka koji govore o znatnom smanjenju dušičnog oksida, ugljik dioksida i sumpor dioksida.³¹



Slika 15. Motor na prirodni plin MAN E18

Izvor: https://www.man.eu/hr/hr/autobus/autobus-man-lion_s-city/plinski-pogon/man-lion_s-city-g.html

Jedna od ključnih prednosti korištenja CNG-a u autobusima je i ekonomska isplativost. Cijena CNG-a obično je konkurentna u odnosu na tradicionalna goriva, a ponekad čak i povoljnija. Osim toga, tehnički zahtjevi i troškovi održavanja vozila na CNG-u često su slični ili čak niži od onih za vozila s unutarnjim izgaranjem.

³¹ <https://www.prometna-zona.com/prirodni-plin/>

Uz rastući fokus na ekološki prihvatljivim prijevoznim rješenjima, autobusi na CNG postaju sve značajniji dio urbanih flota javnog prijevoza. Njihova upotreba ne samo da doprinosi smanjenju negativnih utjecaja na okoliš, već i postavlja standarde za budućnost održivog prijevoza u gradovima diljem svijeta.

5.4. Ukapljeni naftni plin

Ukapljeni naftni plin se sastoji od nižih zasićenih ugljikovodika propana i butana, to su tvari koje pri tlaku od 1,7 bara prelaze u kapljevito stanje pri čemu se volumen smanjuje čak 260 do 270 puta! Iz ovog svojstva proizlazi glavna svrha i prednost ukapljenog naftnog plina jer se može prevoziti kao kapljevina, a koristiti kao plin.

Tablica 7. Osnovna svojstva UNP-a

Svojsvo	Propan	Butan
Gustoća kapljevine pri 15°C, kg/dm ³	30,502	30,559
Tlak zasićenja, bar	Pri 15°C	1,7
	Pri 50°C	6,9
Donja ogrijevna vrijednost pri 15°C	MJ/Kg (kWh/kg)	45,6(12,66)
	MJ/m ³ (kWh/m ³)	85,3(23,7)
Volumni udio u dimnim plinovima pri potpunom izgaranju	Ugljičnog dioksida (CO ₂)	14
	Dušika(N ₂)	86
Najviša temperatura plamena na zraku, °C	1915	1920
Maseni udio sumpora %	0,005	0,005

Izvor: <http://energetika-net.hr/skola/plin/unp/auto-plin>

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.

Nedostaci:

- trošak ugradnje u vozilo koje koristi UNP
- pri maksimalnim brzinama se primjećuje gubitak snage
- gubitak jednog djela prostora u prtljažniku zbog smještaja spremnika
- relativno mali broj punionica (u Hrvatskoj) i veliki razmak između pojedinih punionica
- zabrana parkiranja u podzemnim i zatvorenim garažama u pojedinim zemljama (npr. u Njemačkoj i Austriji) zbog toga što je UNP teži od zraka i skuplja se uz pod te gdje može tvoriti eksplozivnu smjesu.
- vozila na plin se ne proizvode serijski nego se plinski pogon mora posebno naručiti.³²

U odnosu na druga fosilna goriva izgaranjem se oslobađa manje HC spojeva, otrovnih spojeva benzena i 1.3 butadiena te je znatno smanjena emisija sumpornih spojeva. Korištenjem UNP-a u gusto naseljenim područjima poboljšava se kvaliteta zraka te se smanjuje mogućnost nastanka kiselih kiša.

Uz sve navedeno, autobusi na UNP predstavljaju inovativno rješenje koje spaja ekonomske i ekološke prednosti, pridonoseći globalnim naporima za smanjenje ugljičnog otiska i unaprjeđenje kvalitete zraka u urbanim sredinama.

³² <https://www.prometna-zona.com/unp-ukapljeni-naftni-plin/>

5.5. Biodizel

Biodizel se proizvodi od obnovljivih izvora poput biljnih ulja, životinjskih masti ili čak otpada, čineći ga gorivom s manjim utjecajem na okoliš u usporedbi s konvencionalnim dizelskim gorivima.

Jedna od ključnih prednosti biodizela leži u smanjenju emisija stakleničkih plinova i čestica koje uzrokuju onečišćenje zraka. Autobusi na biodizel imaju sposobnost smanjiti svoj ugljični otisak, pridonoseći globalnim naporima u borbi protiv klimatskih promjena. Također, biodizel ima potencijal za smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima, jer može proizlaziti iz biljnih izvora uzgojenih održivim metodama ili čak od recikliranog biljnog ili životinjskog materijala. Tehnički, biodizel se može koristiti u postojećim dizelskim motorima, čime se olakšava integracija u postojeće voznje flote. Autobusi na biodizel obično zahtijevaju minimalne preinake, što pridonosi bržem i učinkovitijem prijelazu na održive tehnologije.

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.³³

Unatoč brojnim prednostima, važno je istaknuti izazove povezane s proizvodnjom biodizela, uključujući pitanja vezana uz prehrambene usjeve, konkurenciju s proizvodnjom hrane i očuvanje šuma. Stoga, razvoj i implementacija održivih praksi u proizvodnji biodizela ključni su za postizanje punog potencijala ove alternative u javnom prijevozu. Autobusi na biodizel predstavljaju korak prema održivijem i manje štetnom prometnom sustavu, pridonoseći globalnim naporima zaštite okoliša.

³³ 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.

6. ZNAČENJE TEHNIČKE ISPRAVNOSTI I ODRŽAVANJA VOZNOG PARKA

Tehnička ispravnost voznog parka predstavlja ključni aspekt u održavanju sigurnosti, operativne učinkovitosti i dugovječnosti vozila. Vozni park, bilo da se radi o privatnom sektoru, javnom prijevozu ili komercijalnim flotama, mora zadovoljavati visoke tehničke standarde kako bi se osigurala ne samo funkcionalnost vozila već i sigurnost putnika, vozača te drugih sudionika u prometu.

Pravilna održavanje tehničke ispravnosti vozila uključuje redovite preglede i servise, zamjenu istrošenih dijelova te praćenje ispunjenja sigurnosnih i regulativnih standarda. Održavanje motora, kočnica, ovjesa i drugih ključnih komponenti vozila ključno je za sprječavanje kvarova i nesreća te za osiguranje pouzdanosti u vožnji.

Sigurnost vozila, kao osnovni element tehničke ispravnosti, direktno utječe na sigurnost cestovnog prometa. Neispravna vozila mogu predstavljati ozbiljan rizik za vozače, putnike i druge sudionike u prometu, stvarajući potencijalne opasnosti od prometnih nesreća.

Osim toga, tehnička ispravnost ima značajan utjecaj na ekonomsku održivost voznog parka. Redovito održavana vozila imaju tendenciju manje trošiti gorivo, imaju niže troškove popravaka te dulji operativni vijek. To doprinosi smanjenju troškova održavanja i povećava ukupnu efikasnost poslovanja.

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 dijagnosticanje,
- 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.³⁴

³⁴ Jelić I. Utjecaj tehničkog pregleda vozila na sigurnost u cestovnom prometu. Diplomski rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2015.

6.1. Vozni park i njegov sastav

Vozni park je kolektivni izraz koji označava skup vozila koja su u vlasništvu ili na raspolaganju određenoj organizaciji, tvrtki, ili instituciji. Ovaj skup vozila može obuhvaćati raznolike vrste, uključujući osobna vozila, teretna vozila, autobuse, specijalizirana radna vozila ili bilo koja druga sredstva prijevoza koja služe određenoj svrsi unutar organizacije. Vozni park može biti ključan faktor u poslovnoj strategiji, s obzirom na to da kvaliteta i učinkovitost voznog parka izravno utječu na operativnu učinkovitost i troškove poslovanja. Osim toga, sve veća svijest o ekološkoj održivosti utječe na to da mnoge organizacije prelaze na vozila s niskim emisijama ili alternative tradicionalnim gorivima kako bi smanjile svoj ekološki utjecaj.

U suštini, vozni park predstavlja vitalni dio infrastrukture koji omogućuje organizacijama obavljanje njihovih funkcija, pružanje usluga ili obavljanje poslovnih aktivnosti koje zahtijevaju mobilnost i prijevoz. Održavanje optimalnog i funkcionalnog voznog parka ključno je za postizanje operativne učinkovitosti, sigurnosti i održivosti u modernim poslovnim okruženjima.

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.³⁵

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.

³⁵ Klaić D. Analiza troškova održavanja voznog parka. Završni rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2019.



Slika 16. Homogeni vozni park

Izvor: autobusi.org/forum/



Slika 17. Heterogeni vozni park

Izvor: <https://www.slideshare.net/HarisLigata/vozni-park.>

Na slici 17. je prikazan homogeni vozni park što bi značilo da su vozila iste marke i tipa te također istih tehničko – eksploatacijskih karakteristika. Prednosti homogenog voznog parka uključuju olakšano upravljanje i održavanje vozila, jednostavnije nabavke rezervnih delova, standardizaciju obuke vozača i smanjenje operativnih troškova.

S druge strane, ukoliko se vozni park sastoji od transportnih sredstava različitih marki i tipova govorimo o heterogenom voznom parku (Slika 18.). Prednost heterogenog voznog parka je u tome što je fleksibilniji u prilagođavanju različitim potrebama i zadacima. Međutim, visoku efikasnost jednostavnije je ostvariti s homogenim voznim parkom.

6.2. Tehnički pregled 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 stradanja 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.³⁶

³⁶ Matan I. Utjecaj tehničke ispravnosti sklopova vozila na sigurnost cestovnog prometa. Diplomski rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2018

6.3. Održavanje voznog parka

Održavanje voznog parka autobusa ključan je aspekt u osiguravanju sigurnosti putnika, produženju životnog vijeka vozila i učinkovitosti cijelog sustava javnog prijevoza. Ovaj proces uključuje širok spektar aktivnosti usmjerenih na redovito praćenje, servisiranje, popravke i optimizaciju performansi autobusa.

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.³⁷

Praćenje i upravljanje troškovima su ključne komponente održavanja voznog parka autobusa. Efikasno praćenje potrošnje goriva, troškova popravaka i zamjene dijelova omogućuje upravljačima voznog parka da donose informirane odluke o optimizaciji operativnih troškova. Uz to, educiranje vozača o važnosti redovitog održavanja i praćenje njihovih povratnih informacija o stanju vozila može doprinijeti ranoj detekciji problema i bržem rješavanju istih. Održavanje voznog parka autobusa nije samo tehnički zadatak, već i ključni čimbenik u osiguravanju pouzdanog, sigurnog i učinkovitog javnog prijevoza. Kroz sustavno održavanje, autobusi zadržavaju visoku razinu sigurnosti i performansi, što rezultira zadovoljstvom putnika i dugovječnim funkcioniranjem javnog prijevoza.

6.3.1. Vrste održavanja

Postoje različite vrste održavanja koja se primjenjuju na vozni park ili industrijsku opremu, a svaka od njih ima svoje specifičnosti i primjene. Pravilno odabir vrste održavanja ovisi o vrsti opreme, industrijskom sektoru, troškovima održavanja i prioritetima organizacije u smislu pouzdanosti i sigurnosti opreme. Učinkovito upravljanje održavanjem ključno je za dugotrajan rad opreme, smanjenje troškova i očuvanje radne učinkovitosti.

³⁷ Stanković R. Autorizirana predavanja iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.

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 komponenta 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 komponenta. Tipične aktivnosti održavanja prema stanju jesu:

- mjerenje parametara stanja,
- interpretacija izmjerenih vrijednosti,
- određivanje potrebnih aktivnosti održavanja.³⁸

³⁸ Filipović M. Eksploatacijski pokazatelji autobusa prigradskog tipa s osvrtom na održavanje. Završni rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2022.

6.3.2 Modeli održavanja

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.³⁹

³⁹ Stanković R. Autorizirana predavanja iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

7.ZAKLJUČAK

U gradskom području autobusni putnički prijevoz je najznačajniji oblik prijevoza. Ovisno o vrsti namjene i duljini prijevozne relacije autobusi mogu biti izvedeni na različite načine. Osnovna je podjela prema namjeni na autobuse gradskog tipa, prigradskog tipa, međugradskog tipa i autobuse turističkog tipa. Također ih dijelimo i po kapacitetu na one malog kapaciteta - minibus, srednjeg kapaciteta-midibuse, standardne te velikog kapaciteta- zglobni autobusi. Prema duljini relacije podijelili smo autobuse na one koji obavljaju prijevoznu uslugu na kratkim vrlo relacijama (prijevoz putnika u zračnim lukama, putnički terminali i dr.), oni koji obavljaju prijevoznu uslugu na kraćim relacijama kao što su područje grada i prigradsko područje, te one koji obavljaju prijevoznu uslugu na tužim relacijama kao što su turistički ili međunarodni autobus.

Prema tehničko eksploatacijskim značajkama razlikujemo više tipova izvedbi autobusa. Postoje razlike u samoj izvedbi putničkog prostora. Primjerice gradski autobus ima sjedeća i stajuća mjesta za razliku od prigradskih. Od posebnog značaja u gradskom prometu su tehnološke značajke kao visina poda putničkog prostora, broj vrata i njihova širina zbog velikog utjecaja na brzinu ulaska i izlaska putnika. Razlika naspram dugih tipova autobusa je i u broju vrata kojih gradski ima više nego neki drugi tipovi zbog brže i češće izmjene putnika.

Javni lijiskni prijevoz je oblik prijevoza organiziran prema čvrstom rasporedu linija koje obuhvaćaju ključne gradske rute, čime se omogućuje efikasan prijevoz velikog broja ljudi. U tu skupinu spadaju gradski autobusi. U linijskom gradskom prijevozu velika je dinamika putničke potražnje kao posljedica čovjekove svakodnevnice (odlasci na posao, u školu itd.). Frekvencije polaska su česte kako bi se osigurala kvalitetna usluga. Najbitniji parametri su vozni red, relacija te udaljenosti između autobusnih stajališta.

U ovom radu opisani su i neke mogućnosti primjene alternativnih pogona kao što su električni pogon, pogon na gorive ćelije, ukapljeni naftni plin, stlačeni prirodni plin te biodizel. Sve je veća svijest o zaštiti čovjekove životne sredine te se stoga dolazi do novih rješenja kako bi se smanjilo zagađenje okoline.

Također jedan od najvažnijih faktora za kvalitetnu uslugu putničkog prijevoza je i samo održavanje vozila. Cilj je očuvanje radne sposobnosti vozila te ono najvažnije, sama sigurnost putnika. Tehničkim pregledima utvrđuju se neispravnosti i otklanjaju prije nastavka isporuke prijevozne usluge. Osnovne vrste održavanja su preventivno i korektivno. Preventivnim održavanjem osigurava što manji broj otkaza prije samo otkaza, dok korektivnim vraćamo vozilo u radno sposobno stanje.

Zaključno, cilj rada je bio opisati autobusni gradski sustav kao najbolje rješenje za rasterećenje prometnih zagušenja u urbanim sredinama. Autobusni sustav svakako ima svojih mana, ali ga nastojimo svakodnevno unaprijeđivati kako bi uopće bio konkurentan. Važno je nastaviti razvijati alternativna rješenja pogona u cilju smanjenja zagađenja okoline te

ekonomičnosti same usluge. Za sada najbolje rješenje su gorive ćelije električni pogon koji nam zahtjeva velika početna ulaganja, ali dugoročno donosi isplativost i kvalitetu usluge.

POPIS LITERATURE

- 1.Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017
- 2.Rajsman, M.: Osnove tehnologije prometa – Gradski promet, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.,
- 3.Zavada, J.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2000
- 4.Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006
- 5.Prikrić, B., Perše, S.: Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1991
- 6.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),
- 7.Šolman S. Tehničko – tehnološke osobine autobusa u funkciji realizacije prijevoznog procesa. Suvremeni promet, 27 (2007),
- 8.Štefančić G. Tehnologija gradskog prometa I. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti,Sveučilište u Zagrebu, 2008.
- 9.Topenčarević, Lj.: Organizacija i tehnologija drumskog transporta, Građevinska knjiga, Beograd, 1987
- 10.Stanković R. Autorizirana predavanja iz kolegija Tehnička logistika, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
- 11.Brnić D. Primjena zamjenskih goriva i hibridnog pogona autobusa u gradsko – prigradskom prijevozu. Diplomski rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2015
- 12.Jelić I. Utjecaj tehničkog pregleda vozila na sigurnost u cestovnom prometu. Diplomski rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2015.
- 13.Klaić D. Analiza troškova održavanja voznog parka. Završni rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu,2019.
- 14.Filipović M.Eksploatacijski pokazatelji autobusa prigradskog tipa s osvrtom na održavanje. Završni rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2022.
- 15.Matan I. Utjecaj tehničke ispravnosti sklopova vozila na sigurnost cestovnog prometa. Diplomski rad, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, 2018
- 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),
- 17.Zakon o prijevozu u cestovnom prometu NN 82/13

INTERNET:

<http://energetika-net.hr>

<https://www.prometna-zona.com>

<http://www.zet.hr>

<http://www.bus.man.eu>

<http://www.autobusi.org>

<https://www.slideshare.net/HarisLigata/vozni-park>

<https://eurobus.hr>

<https://kamion-bus.hr>

POPIS SLIKA

Slika 1. Zglobni gradski autobus s tri osovine MAN Lions City	5
Slika 2. Gradska autobusna linija Zračna luka – Kvaternikov trg	8
Slika 3. Opravdanost primjene pojedinih vrsta vozila	10
Slika 4. Vozni red na relaciji Glavni kolodvor – Dugave	12
Slika 5. Različite konstrukcijske izvedbe autobusa gradskog tipa marke MAN	16
Slika 6. Gradski niskopodni standardni autobus MAN Lion's City	17
Slika 7. Shematski prikaz gradskoga niskopodnoga zglobnog autobusa MAN Lion's City G.....	18
Slika 8. Minibus Iveco	22
Slika 9. Autobus na kat.....	24
Slika 10. Autobus prigradskog tipa	26
Slika 11. Autobus međugradskog tipa marke MAN model Lion's Coach L	27
Slika 12. Autobus za turističke svrhe	28
Slika 13. Električni autobus MAN Lion City 12E	30
Slika 14. Toyota FCEV autobus SORA (2018.)	32
Slika 15. Motor na prirodni plin MAN E18	33
Slika 16. Homogeni vozni park	39
Slika 17. Heterogeni vozni park	39

POPIS TABLICA

Tablica 1. Udaljenost među stajalištima u ovisnosti o gustoći naseljenosti područja.....	13
Tablica 2. Tehničko-eksploatacijske značajke standardnih autobusa	17
Tablica 3. Tehničko-eksploatacijske značajke zglobnih autobusa	18
Tablica 4. Usporedba niskopodnog standardnog i niskopodnog zglobnog autobusa marke MAN	19
Tablica 5. Tehničko-eksploatacijske značajke minibusa	21
Tablica 6. Tehničko – eksploatacijske značajke autobusa na kat.....	24
Tablica 7. Osnovna svojstva UNP-a.....	34

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 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 GRADSKOG TIPA S OSVRTOM NA ODRŽAVANJE Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:



U Zagrebu, 17.11.2023.

(ime i prezime, potpis)