

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZVONIMIR PERIĆ

**TEHNIČKO-TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE AUTOBUSA
U LINIJSKOM GRADSKOM PROMETU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**TEHNIČKO-TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE AUTOBUSA
U LINIJSKOM GRADSKOM PROMETU**

**TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF
BUSES IN REGULAR CITY TRAFFIC**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Marijan Rajsman

Student: Zvonimir Perić, 0135220584

Zagreb, 2018.

TEHNIČKO – TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE AUTOBUSA U LINIJSKOM GRADSKOM PROMETU

SAŽETAK

Autobusni transportni sustav predstavlja temeljni transportni sustav u sustavu javnog gradskog putničkog prometa. Sukladno bitnim obilježjima putničke potražnje na relacijama u gradskom prometu, posebno je značajna tehničko – tehnološka prilagođenost autobusa koji se koriste u procesu proizvodnje pojedine vrste transportne usluge. Učinkovitost sustava javnog gradskog putničkog prijevoza iznimno je značajna za funkcioniranje i razvitak gradova i velikih metropolitanskih područja, a u okviru toga posebno značajan doprinos ima autobusni transportni sustav. S obzirom na okolnost intenzivne urbanizacije cjelokupne ljudske populacije, tema koja se odnosi na izučavanje i optimizaciju tehničko – tehnoloških značajki autobusa gradskog tipa ima dodatno značenje.

KLUČNE RIJEČI

Autobus, tehničke značajke, tehnološke značajke

SUMMARY

The bus transport system represents the basic transport system in the public passenger transport system. In line with the essential features of passenger demand in urban traffic, technical and technological adaptation of buses used in the process of public transport is one of the most important features. The efficiency of the public urban passenger transport system is extremely important for the functioning and development of cities and large metropolitan areas, with bus system being the most significant contributor to the transportation system. Considering the circumstance of intensive urbanization of the entire human population, the topic of study and optimization of the technical-technological features of the urban-type bus has an additional significance.

KEY WORDS

Bus, technical features, technological features

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
1.1.	Problem i predmet rada	2
1.2.	Svrha i cilj istraživanja	2
1.3.	Metodologija rada.....	2
1.4.	Ocjena dosadašnjih istraživanja	2
1.5.	Struktura rada	3
2.	DEFINICIJA, STRUKTURA, SVRHA I CILJEVI SUSTAVA LINIJSKOG PRIJEVOZA PUTNIKA U CESTOVNOM PROMETU	5
2.2.	Linijski prijevoz putnika u cestovnom prometu.....	6
2.3.	Izazovi javnog prijevoza putnika u cestovnom prometu.....	7
2.5.	Struktura sustava javnog prijevoza putnika u cestovnom prometu.....	8
2.5.1.	Javni cestovni linijski prijevoz putnika u gradskom prometu.....	12
2.5.2.	Javni linijski prijevoz putnika u prigradskom cestovnom prometu.....	15
2.5.3.	Javni cestovni linijski prijevoz putnika u međugradskom prometu.....	15
2.5.4.	Javni cestovni prijevoz putnika u turističkom prometu.....	16
2.6.	Misija, vizija i ciljevi razvitka sustava javnog gradskog putničkog prijevoza	16
2.7.	Putnička potražnja u javnom cestovnom prometu Republike Hrvatske.....	19
2.	DEFINICIJA I PODJELA AUTOBUSA	21
3.1.	Autobusi gradskog tipa.....	33
3.2.	Autobusi prigradskog tipa	37
3.3.	Autobusi međugradskog tipa	38
3.4.	Autobusi turističkog tipa	39
3.5.	Autobusi kombiniranih tipova nadogradnje	42
4.	DEFINIRANJE TEHNIČKO–TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI AUTOBUSA S POSEBNIM OSVRTOM NA GRADSKI PROMET.....	43

4.1. Tehničke značajke autobusa gradskog tipa	44
4.2. Tehnološke značajke autobusa gradskog tipa.....	50
5. USPOREDBA TEHNIČKO–TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI AUTOBUSA GRADSKOG TIPRA RAZLIČITIH MARKI I KAPACITETA.....	55
6. DEFINIRANJE MODELA AUTOBUSA OPTIMALNIH TEHNIČKO - TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI U GRADSKOM PROMETU	69
7. ZAKLJUČAK.....	79
LITERATURA	80
POPIS SLIKA	82
POPIS TABLICA.....	83
POPIS GRAFIKONA.....	83

1. UVOD

Vozila za javni gradski prijevoz su vrlo učinkovita sredstva za prijevoz putnika u urbanim sredinama. Njihova uloga znatno se povećava u novije vrijeme zbog naglog rasta prometa u većim gradovima. To uvelike otežava i usporava prijevoz putnika osobnim automobilima. Preraspodjela prijevoza putnika osobnim automobilima na javni gradski prijevoz predstavlja vrlo učinkovitu mjeru za povećanje broja prevezenih putnika u jedinici vremena. S obzirom na tako veliko značenje vozila za javni gradski prijevoz, osobe koje se bave njihovom eksploatacijom i održavanjem moraju u potrebnoj mjeri upoznati njihovu konstrukcijsku strukturu, princip rada, eksploatacijske značajke i način održavanja.

Između prometa i određenog oblika gradskog razvoja postoji simbiotska veza jer se međusobno podržavaju i potrebni su jedno drugom. Promet funkcionira najučinkovitije u gradovima, koji imaju veliku gustoću stanovnika, te su kompaktni i centralizirani. Linijski prijevoz po načinu rada i organizaciji predstavlja specifičnu vrstu prijevoza. Vozila se kreću između dvije krajnje stanice A i B, po unaprijed utvrđenoj trasi, prema utvrđenom voznom redu te uz zaustavljanje na svim predviđenim stajalištima kojima putnici ulaze ili izlaze iz vozila.

Tehničke značajke su veličine prema kojima je autobus namijenjen. Namjena je u uskoj korelaciji s prosječnom duljinom transportne relacije iz čega slijedi i prosječno vrijeme putovanja.

Tehnološke značajke su sve tehničke značajke koje su izravno (primarne) odnosno neizravno (sekundarne) povezane s procesom proizvodnje transportne usluge u cestovnom putničkom prometu. Primarne značajke podrazumijevaju broj vrata, niskopodnost, low floor, low entry, opremljenost) dok sekundarne podrazumijevaju vlastitu masu koja neizravno povećava prosječnu potrošnju goriva.

Taj proces proizvodnje transportne usluge se može gledati s obzirom na pojedine elemente kvalitete transportne usluge koji su primjerice u gradskom linijskom prometu: sigurnost, vrijeme putovanja, brzina kretanja autobusa, točnost, učestalost.

Kada govorimo o utjecaju tehnoloških značajki na efikasnost i efektivnost transportnog procesa, efikasnost je povezana s brojem prevezenih putnika u jedinici vremena (mjeri se kao proizvodnost rada) i ostvarenim putničkim transportnim radom u jedinici vremena (po autobusu, vozaču), dok je efektivnost transportnog procesa povezana s ekonomičnošću poslovanja, ukupni prihodi i troškovi, potrošnji goriva i ukupnim troškovima poslovanja, plaćenim naknadama bilo kroz pojedinačnu kartu ili pokaze.

1.1. Problem i predmet rada

Istraživanje provedeno ovim diplomskim radom orijentirano je na usporedbi tehničko – tehnoloških značajki autobusa više različitih proizvođača koji se primjenjuju u linijskom gradskom prijevozu putnika.

1.2. Svrha i cilj istraživanja

Svrha rada sastoji se u izučavanju izvedbi tehničkih značajki (konstrukcijskih elemenata autobusa koji su izravno povezani s njegovom namjenom) odnosno tehnoloških značajki (značajke autobusa koje su povezane s procesom proizvodnje transportne usluge te izravno imaju utjecaj na efikasnost transportnog procesa – proces proizvodnje transportne usluge na relacijama u gradskom prometu odnosno gradskim linijama). Sukladno tome ciljevi istraživanja usmjereni su na izučavanje tehničko – tehnoloških značajki autobusa više proizvođača, osobito prema kriterijima kroz primjerice putničkog kapaciteta i konstrukcijskoj izvedbi, vanjskoj brzinskoj značajki motora, broju vrata, niskopodnosti, niskog područja za izmjenu putnika, odnosa vlastite i najveće dopuštene mase autobusa, kompaktnosti, udjela sjedećih/stajaćih mjesta u ukupnom kapacitetu autobusa, opremljenosti dodatnom opremom i uređajima usmjerenih na povećanje razine efikasnosti transportnog procesa u proizvodnji transportne usluge u gradskom prometnom sustavu kao i njene kvalitete, prije svega s obzirom na sigurnost i ostale kriterije.

1.3. Metodologija rada

Metodologija rada se temelji na proučavanju dostupne domaće i strane literature. Prilikom izrade diplomskog rada korištene su knjige, predavanja iz raznih kolegija na temu tehnologije cestovnog i gradskog prometa te internetske stranice.

1.4. Ocjena dosadašnjih istraživanja

Kvaliteta prometnih usluga koju razne vrste javnog gradskog prijevoza pružaju korisnicima usluga bitan je element u odlučivanju u izboru vrste prijevoza i sastoji se od određenog broja čimbenika od kojih su, kao najznačajniji, izdvojeni sljedeći: sigurnost, efikasnost i prijevozna moć, brzina, pouzdanost, ekonomičnost i udobnost.¹

Za korisnika, kvaliteta usluge je sve. Pristupi tom pitanju koji ističu samo pojedine aspekte kvalitete usluge previdjeli su to osnovno očekivanje korisnika. Na području prijevoza,

¹ Rajsman, M.: Osnove tehnologije prometa, gradski promet, Zagreb, 20.ožujak 2012., str. 53.

kao i na bilo kojem drugom području, kvaliteta mora biti zastupljena u svim dimenzijama usluge koja se nudi.²

Autobusi pripadaju M kategoriji, točnije M2 i M3 kategoriji vozila, te se dijele na razred 1, 2, 3 i razrede A i B. Putnički cestovni prijevoz u tehnološkom pogledu određen je čitavim nizom čimbenika, no jedan od temeljnih je duljina relacije na kojima se isti i obavlja.

Duljina prosječne transportne relacije u pravilu je povezana s namjenom putničkih prijevoznih sredstva.

Niskopodni autobusi namijenjeni su prijevozu putnika u gradskom i prigradskom prometu. Nizak pod duž cijelog putničkog prostora omogućava brz i jednostavan ulaz i izlaz iz vozila, te je njihova dužina 12 metara. Izvedeni su tako da je u njima smještena specijalna platforma, koja je kao dodatna oprema i pogoduje osobama s posebnim potrebama na kolicima.

1.5. Struktura rada

Očekivani doprinos rada sastoji se u izradi metodološkoga koncepta definiranja strukture tehničko – tehnoloških značajki autobusa gradskog tipa. Usporedbom tehničko – tehnoloških značajki autobusa više različitih proizvođača očekuje se definiranje prijedloga teorijskog modela autobusa optimalnih tehničko – tehnoloških značajki u proizvodnji transportnih usluga u gradskom prometu.

Struktura rada je sljedeća:

1. Uvod
2. Definicija, struktura, svrha i ciljevi sustava linijskog prijevoza putnika u cestovnom prometu
3. Definicija i podjela autobusa
4. Definiranje tehničko – tehnoloških značajki autobusa s posebnim osvrtom na gradski promet
5. Usporedba tehničko – tehnoloških značajki autobusa gradskog tipa različitih marki i kapaciteta
6. Definiranje modela autobusa optimalnih tehničko – tehnoloških značajki u gradskom prometu.
7. Zaključak

² Trbušić, T.: Povećanje kvalitete javnog putničkog prijevoza, travanj 2018.

U drugom poglavlju su opisane osnovne značajke linijskog prijevoza putnika u cestovnom prometu, izazovi javnog prijevoza putnika te njena struktura i ciljevi.

U trećem poglavlju su opisane podjele autobusa koji se primjenjuju u svakodnevnom prijevozu putnika.

Četvrto poglavlje opisuje tehničko – tehnološke značajke autobusa gradskog tipa vrlo važne za sigurnost i udobnost putnika koje su u radu opisane.

Peto poglavlje uključuje usporedbu tehničko – tehnoloških značajki autobusa od tri različita proizvođača te različitih kapaciteta.

Šesto poglavlje opisuje, na temelju različitih podataka optimalan model autobusa u gradskom prometu.

2. DEFINICIJA, STRUKTURA, SVRHA I CILJEVI SUSTAVA LINIJSKOG PRIJEVOZA PUTNIKA U CESTOVNOM PROMETU

Pojam sustava u uskoj je vezi s pojmom nekog reda, poretka ili organizacije u širem smislu. Gotovo svaka pojava može predstavljati jedan ili više sustava i može biti sastavni dio čitavog niza najrazličitijih sustava, što ovisi o aspektu promatranja. Iz toga se može zaključiti da postoji više definicija sustava, od opće, po kojoj je sustav proces koji je u tijeku, pa do one koja kaže da je sustav sve što nas okružuje. Proučavajući pitanje sustava nalazimo da bi sustav trebalo definirati kao cjelinu koja svojim djelovanjem opravdava takvo postojanje. Tehnologija cestovnog prijevoza pripada skupini realnih tehnoloških sustava. Elementi tog sustava mogu biti: strojevi, uređaji, oprema, predmeti prijevoza (supstrat), vrijednosni kriterij (tehnički, ekonomski, moralni i svi drugi), infrastrukturni objekti, informacije, kadrovi i najrazličitijih struka, podaci još mnogo, mnogo toga. Opisujući tehnologiju prijevoza kao sustav govorimo o tehnološkom sustavu, i to veoma složenom, u čijem je nastajanju i djelovanju čovjek važan element. Taj element nalazi se u sustavu, ali istodobno može biti i izvan sustava i postati dio okruženja. Isto tako, tehnologija prijevoza kao složeni tehnološki sustav samo je dio – element većih tehnoloških sustava.³

Prometni sustav jedan je od temeljnih sustava u nastanku, funkcioniranju i razvitku ljudske zajednice u globalnom smislu. Upravo zahvaljujući razvitku znanosti, tehnike i tehnologije u svim područjima djelovanja ljudske zajednice, moguće je konstatirati da se nalazimo na najvišem stupnju tehničko – tehnološkog razvitka u povijesti čovjeka. Fenomen globalizacije unatoč svim poteškoćama donosi sve čvršće povezivanje i sinergiju ljudske zajednice sa sve intenzivnijim razvitkom u svim područjima znanosti. Sukladno tome, nove znanstvene spoznaje i dostignuća svakodnevno nalaze intenzivnu primjenu u praktičnom životu.⁴

³ Županović, I.: Tehnologija cestovnog prijevoza, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002., str. 16.

⁴ Rajsman, M.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012., str. 16.

2.2. Linijski prijevoz putnika u cestovnom prometu

Javni linijski prijevoz putnika može se obavljati kao putnički, ekspresni ili direktni linijski prijevoz na međuzupanijskim i županijskim linijama te kao lokalni linijski prijevoz putnika. Javni linijski prijevoz putnika u cestovnom prometu može se obavljati samo autobusima ili iznimno vozilima koja imaju najmanje devet sjedala, uključujući sjedalo za vozača. Posebni linijski prijevoz putnika obavlja se, u pravilu, autobusima, a iznimno se može obavljati i osobnim vozilom (8+1), odnosno specijalnim vozilima, na osnovi sklopljenog pisanog ugovora između naručitelja prijevoza i prijevoznika. Popis putnika obvezatni je sastavni dio ugovora. Tijekom obavljanja posebnoga linijskog prijevoza u vozilu se mora nalaziti ugovor i popis putnika. Zabranjen je prijevoz putnika koji nisu upisani u popis putnika u posebnom linijskom prijevozu. Prilikom izdavanja dozvole izdavatelj dozvole primjenjuje sljedeća mjerila: vremensku i mjesnu dostupnost javnoga linijskoga cestovnog i drugih grana prijevoza, potrebe posebnih kategorija korisnika prijevoza te utjecaj na ekonomsku opstojnost postojećih linija.⁵

Ciljna funkcija prijevozne aktivnosti uvjetovana je zahtjevom okruženja za što manjim troškovima. U tom smislu, uspješnost djelovanja spoznaje se usporedbom učinka (količine prevezenoga transportnog supstrata i izvršenoga transportnoga rada) sukladno njemu ostvarenog ukupnog prihoda i ukupno uloženi sredstava, odnosno ukupnih rashoda. Upravljanje transportnim procesom ogleda se u stalnom poslovnim odlučivanju vezanom za kontinuirano odvijanje prometnog procesa i što efikasnije (s obzirom na proizvodnost rada u putničkom i teretnom prometu) i efektivnije (efekt prometnog procesa koji predstavlja razliku ukupnih prihoda i ukupnih rashoda što rezultira odgovarajućim financijskim rezultatom) obavljanje transporta. Osnovna je težnja i cilj da te odluke budu optimalne, promatrajući cjelokupan logistički lanac nekog proizvoda ili usluge. S obzirom na intenzivan razvitak znanosti te, sukladno tome, činjenicu da svakodnevni razvitak raspoložive tehnike rezultira novim tehnološkim dostignućima, a tako primijenjena nova tehnika i pripadajuća nova tehnologija traži novu organizaciju, nova znanja, vještine, sposobnost i iskustvo, što u konačnici rezultira određenom cijenom nekog proizvoda ili usluge na tržištu. Bitno je naglasiti da danas zahvaljujući znanstvenom razvitku i primjeni znanstvenih dostignuća (materijalnih i nematerijalnih) i sveprisutnoj globalizaciji, uspješnost nekog proizvoda ili usluge na tržištu određuje uspješnost svih sudionika koji djeluju unutar logističkoga lanca toga proizvoda ili usluge. Temeljni pokazatelj stjecanja konkurentne prednosti nekog proizvoda ili usluge predstavlja ostvareni prosječan ukupan trošak proizvoda ili usluge na tržištu (trošak po jedinici proizvoda ili ostvarene usluge).⁶

⁵ D, Vičević: Analiza potražnje za javnim linijskim prijevozom u RH; Pomorski fakultet u Rijeci, 11.9.2013.

⁶ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 9.

2.3. Izazovi javnog prijevoza putnika u cestovnom prometu

Kako se gradovi – urbane cjeline povećavaju i kontinuirano postaju disperzirani, trošak građenja i operativni troškovi javnog gradskog prijevoza sve su veći. Disperzija stanovanja karakteristika je gradova ovisnih o upotrebi osobnog vozila, gdje je javni gradski prijevoz manje uobičajen način putovanja – odnosno omogućavanje mobilnosti svim stanovnicima. Neplanski i nekoordinirani razvoj vodi u rapidnu ekspanziju urbane periferije. Stanovnici koji stanuju izvan područja dostupnosti javnog prijevoza ograničeni su ili onemogućeni u korištenju te javne usluge. Istraživanja provedena u sjevernoameričkim gradovima govore da korištenje javnoga gradskog prijevoza stagnira ili je čak u trendu pada. Javni gradski prijevoz je percipiran kao najracionalniji način putovanja u urbanim područjima, a posebice u velikim megapolisima. Stoga se u Europi potiče javni gradski prijevoz, iako većina javnoga gradskog prijevoza ovisi o značajnim subvencijama od nacionalnih vlada i lokalne uprave. Nije primjerena konkurencija i tržišno natjecanje, a tarifa je koncipirana i prilagođena da se potiče korištenje javnog prijevoza kako bi se promijenila načinska raspodjela putovanja u korist javnog gradskog prijevoza. Stoga je javni gradski prijevoz usluga u socijalno – ekonomskoj funkciji, kako bi se omogućila pristupačnost urbane sredine i mobilnost svim socijalnim kategorijama i osigurala socijalna jednakost, uz racionalan trošak lokalne zajednice.⁷

Uz ostale teškoće, izazovi s kojima se javni gradski promet suočava su:

- Proces decentralizacije gradova – javni gradski prijevoz nije dizajniran da servisira područja niske gustoće stanovanja. Kako se u urbanom području pojavljuje decentralizacija urbanih aktivnosti, sve je teže osigurati javni gradski prijevoz koji će opsluživati područja niske gustoće naseljenosti. Nadalje, decentralizacija uvjetuje povećanje srednje duljine putovanja, što uzrokuje veće operativne troškove javnoga gradskog prijevoza;
- Krutost u operativnoj upotrebi – javni gradski prijevoz – posebice tračnički podsustavi su kruti, što je s obzirom na dinamički entitet urbanog područja u koliziji. To implicira da javni gradski prijevoz koji je izgrađen da opslužuje određenu prostornu shemu može biti suočen tijekom vremena s neatraktivnošću usluge;
- Mogućnost povezivanja o ostalim načinima prijevoza – javni gradski prijevoz je često neovisan o ostalim načinima putovanja i terminalima, što stvara problem u transferu putnika s jednog načina na drugi. To vodi u paradoks između potrebe da se udovolji putnicima koji preferiraju direktna putovanja i potrebe za osiguranjem troškovno efikasne usluge, koja uključuje transfer;
- Konkurentnost – u svjetlu jeftinoga i sveprisutnoga cestovnog prijevoza i prijevoza osobnim vozilima, tračnički javni gradski prijevoz je suočen sa snažnom konkurencijom cestovnog prometa. Stoga javni gradski prijevoz gubi u relativnom i apsolutnom iznosu u udjelu u putovanjima;

⁷ Brčić, D.; Ševrović, M.: Logistika prijevoza putnika, Zagreb, 2012., str. 22.

- Trošak prijevoza i struktura tarife – većina javnoga gradskog prijevoza napustila je strukturu vozarina prema udaljenosti i zamijenila je pojednostavljenom cijenom prijevoza. To ima za posljedicu obeshrabrivanja kratkih putovanja, koja su većinom prisutna u urbanom području, te potiče duža putovanja koja pretendiraju imati viši trošak za lokalnu sredinu nego što to je generirano tarifnim sustavom, pa je nužna subvencija prijevoznika od strane zajednice. Danas informacijsko – komunikacijski (ICT) sustav stvara preduvjete da se korištenje javnoga gradskog prijevoza vrati natrag na strukturu tarife temeljene na udaljenosti;
- Visoki fiksni troškovi – većina javnih gradskih prijevoznika imaju zaposlenike s jakom unijom sindikata, pa postoji stalna opasnost upotrebe štrajka kao borbe za svoja prava. Kako je javni gradski prijevoz subvencioniran, troškovi javnoga gradskog prijevoza se ne reflektiraju na tarifni sustav. Većina vlada i lokalnih uprava su suočeni s potrebom ograničenja proračuna zbog neodržive obveze socijalne dobrobiti zaposlenika, pa je nužno podizati cijene prijevoza.⁸

2.5. Struktura sustava javnog prijevoza putnika u cestovnom prometu

Putnički cestovni transport općenito, u tehnološkom pogledu, određen je nizom čimbenika, no jedan od temeljnih jest duljina relacija na kojima se obavlja. S obzirom na to da postoji ovisnost duljine relacija i svrhe putovanja, sukladno tome slijede i temeljne tehničko – eksploatacijske značajke transportnog procesa, prije svega s obzirom na kapacitet autobusa (broj mjesta, postojanje stajaćih mjesta, omjer broja sjedećih i stajaćih mjesta), prosječnu brzinu putovanja, brzinu izmjena putnika i slično. Ovisno o relacijama na kojima se upotrebljavaju odgovarajuća transportna sredstva, ispunjavaju se i odgovarajući tehničko – tehnološki zahtjevi primjereni razini kvalitete transportne usluge.⁹

Od obilježja tehnologije cestovnog prometa i transporta koja su važna za uređenje okruženja mogu se istaknuti:

- postojanje komplementarnosti
- postojanje konkurentnosti
- mogućnost nepovoljnog utjecaja na okoliš
- mogućnost izmjene strukture.¹⁰

⁸ Brčić, D.; Ševrović, M.: Logistika prijevoza putnika, Zagreb, 2012., str. 23.

⁹ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 11.

¹⁰ Ibidem, str. 11.

Zajednička značajka pojedinih elemenata tehnologije cestovnog prometa i transporta jesu:

- složenost
- povezanost i međuovisnost
- dinamičnost
- interdisciplinarnost
- otvorenost
- stohastičnost poremećaja. ¹¹

Sustav je cjelina, odnosno skup međusobno povezanih podsustava, koja s obzirom na svoju svrhu ispunjavaju određeni cilj ili ciljeve. S aspekta odvijanja procesa u sustavu je pritom prisutna transformacija različitih vrsta ulaza u željeni izlaz. Pojam sustava odnosi se na određenu cjelinu koja u sebi sadržava određeni broj podsustava i niz dijelova uzajamno povezanih s određenom svrhom. Bitna značajka sustava je povezanost dijelova i podsustava u cjelinu kako bi taj sustav ispunio svoju svrhu. Primjerice, postojanje skupa semaforских uređaja u cestovnoj mreži nekoga grada istodobno ne znači i postojanje sustava za automatsko upravljanje prometom jer elementi toga skupa nisu međusobno povezani niti su u stanju funkcionalno reagirati na promjene prometnoga opterećenja prisutnog na raskrižjima cjelokupne cestovne mreže. Premda takav skup ima svoju svrhu (regulacija prometnih tokova u mreži i sigurnost sudionika), još uvijek nije ispunio uvjet povezivosti unutar sustava niti funkcionira kao sustav u cjelini. Gotovo svaka pojava može predstavljati jedan ili više sustava i može biti sastavni dio čitavog niza najrazličitijih sustava, što ovisi o motrištu. Iz toga se može zaključiti da postoji više definicija sustava, od opće, po kojoj je sustav proces koji je u tijeku, pa do one koja kaže da je sustav sve što nas okružuje. ¹²

Proučavajući pitanje sustava, tada bi njegova definicija bila da je to cjelina koja se sastoji od više međusobno povezanih podsustava (sastavljenih od niza elemenata) s određenom svrhom i ciljevima s obzirom na okruženje u kojem i za koje egzistira. Pritom sustav kao cjelina svojim djelovanjem opravdava takvo postojanje. Kada je riječ o određenosti ponašanja, sustavi se mogu svrstati u determinirane, stohastičke i nedeterminirane ili manje vjerojatne. Tehnološki sustav prijevoza ljudi i tehnološki sustav prijevoza roba danas su preokupacija čitavog svijeta, a svaka pojava novih transportnih procesa otvara i nova tehnološka pitanja. Struktura tehnologije prijevoza putnika u cestovnom prometu određena je strukturom okruženja i strukturom prometnog sustava na određenom prostoru u određenom vremenu. Strukturu tehnologije prijevoza putnika u cestovnom prometu mogu činiti i drugi elementi, prirodni, ekonomski, sigurnosni, upravljački i drugi. Unutar tehničkog sustava kao podsustavi nalaze se:

¹¹ Ibidem, str. 11.

¹² Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 11, 12.

transportna sredstva i infrastruktura. Bitan podsustav tehničkog sustava je informacijski sustav.¹³

ELEMENTI KOPNENOG PROMETA		
MATERIJALNI	ENERGETSKI	INFORMACIJSKI
A/ Prometna infrastruktura - objekti visokogradnje (terminali, garaže) - objekti niskogradnje (ustroj cesta i pruga)	A/Konvencionalni energenti (fosilna goriva s niskim koeficijentom iskorištenja / ekološki neprihvatljiva)	A/ Vizualno vođenje prijevoznog sredstva (biološki limitiran ljudski čimbenik)
B/ Prijevozna sredstva - vučna vozila - vučena/potiskivana vozila	B/Nekonvencionalni energenti - reverzibilne supstance s upitnom masovnom uporabom	B/ Instrumentalno vođenje prijevoznog sredstva - poluautomatski sustav - automatski sustav

Slika 1. Posebna tehnološka struktura kopnenog prometa

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str.13.

Prema Baričević, H.: Tehnologija kopnenog prometa, Pomorski fakultet, Rijeka, 2001., str. 26.

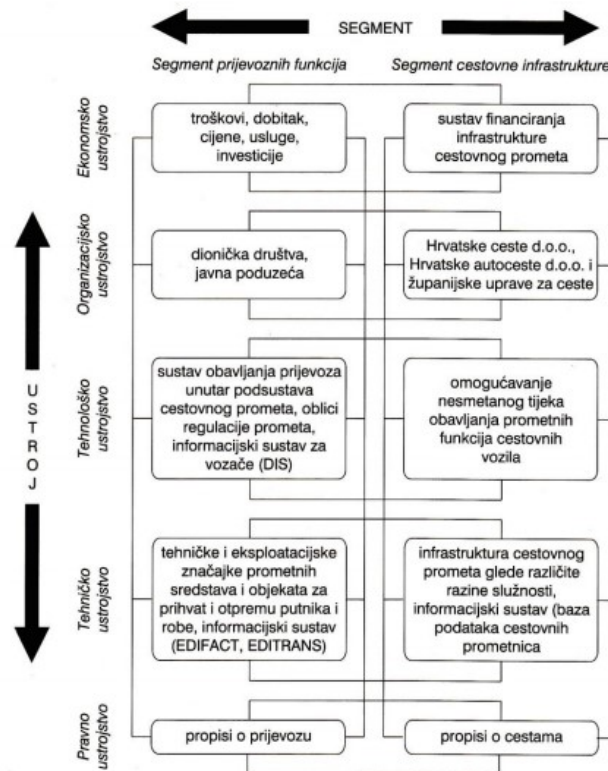
Dosadašnji razvitak kopnenog prijevoza (termin kopneni uključuje cestovni, željeznički transport i unutarnju plovidbu) pokazuje da je njegova racionalizacija moguća uspostavljanjem transportnog lanca koji ih međusobno povezuje. Racionalizacija uz uvažavanje prednosti i mogućnosti svakog transportnog sustava moguća je i u tehničkom, tehnološkom, organizacijskom i ekonomskom smislu te ekološkom kao sve bitnijem čimbeniku zbog efekta stakleničkih plinova. S obzirom na elastičnost cestovnog transportnog sustava, razvijenu mrežu cestovnih prometnica, slijedi i njegova konkurentna prednost, posebice na relacijama u gradskom i prigradskom prometu, pa i međugradskim linijama. Bitno obilježje transportne proizvodnje u cestovnom putničkom prometu svakako predstavlja okolnost da nisu potrebna početna znatnija investicijska ulaganja, što podrazumijeva razvijenost cestovne mreže (znatno razvijenija od, primjerice, željeznice) te elastičnost u opsluživanju najširih teritorijalnih područja i gotovo svakog korisnika u zadovoljenju njegovih potreba.¹⁴

U izučavanju tehnologije prijevoza putnika u cestovnom prometu bitno je primijeniti holistički pristup, odnosno holističku koncepciju razumijevanja funkcioniranja i razvitka sustava prijevoza putnika u prometnom sustavu. Holizam prema Klaiću dolazi od grčke riječi holos što znači sav, potpun, čitav. Tehnologija cestovnog prometa i transport, kao aktivnost u funkciji je proizvodnje i potrošnje te u funkciji kulture, obrazovanja, zdravstva, rekreacije, a zadovoljava i ostala područja, odnosno ukupne društvene potrebe iskazane potražnjom za transportnim uslugama u putničkom cestovnom prometu. Bitne odrednice tehnologije cestovnog prometa i transporta jesu prije svega korisnici usluga u putničkom i teretnom

¹³ Ibidem, str. 12.

¹⁴ Ibidem, str. 13.

prometu, ljudski potencijali zaposleni u prometnom sustavu, transportna sredstva i ostali elementi suprastrukture pomoću kojih se obavlja transport, transportni uređaji (u teretnom prometu) za smještaj i zaštitu transportnog supstrata tijekom obavljanja transporta, kao i neophodna cestovna infrastruktura (od cestovnih prometnica do logističkih centara). Ustrojstvo cestovnog prometnog sustava shematski je prikazano slikom 2.¹⁵



Slika 2. Ustrojstvo cestovnog prometnog sustava

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str.14.

Prema Šimulčik, D.: Ekonomika i organizacija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004., str. 4.

Sustav javnoga cestovnog putničkoga prijevoza neophodan je sustav za normalno funkcioniranje gospodarskoga sustava i ukupan društveni razvitak. Bitna odrednica modernoga sustava javnoga cestovnog putničkoga prijevoza (u daljnjem tekstu: JCPP) jest kvaliteta prijevozne usluge, koju ocjenjujemo ostvarenom ili dostignutom razinom kvalitete s obzirom na ispunjenje pojedinih kriterija ovisno o vrsti putovanja. U tome smislu može se konstatirati postojanje univerzalnih elemenata ili kriterija kvalitete prema kojima se ocjenjuje dostignuta razina kvalitete prijevoznog procesa. U pogledu optimizacije prijevoza putnika u cestovnom prometu temeljni cilj sadržan je u postizanju takve razine kvalitete prijevozne usluge koja je primjerena zahtjevima, odnosno potrebama suvremenoga građanina, posebice u pogledu

¹⁵ Ibidem, str. 13, 14.

privlačnosti i za one koji posjeduju automobil i još uvijek prednost daju individualnom prijevozu. Ispravnost takvoga pristupa potvrđuju, uz sigurnosne i ekološke razloge i mnogi drugi razlozi, kao i ekonomski razlozi te povremene energetske krize. Tako je, primjerice, samo utrošak energije po putniku u individualnom cestovnom prometu za oko 10 puta veći za isti prijevozni učinak nego u javnome gradskom putničkom prijevozu (vrijedi za autobusni podsustav), odnosno za oko 20 puta (vrijedi za tramvajski podsustav ili trolejbus).¹⁶

U sustavu javnoga cestovnog prijevoza putnika s obzirom na uvjete eksploatacije moguća je podjela na sljedeće uvjete eksploatacije autobusa u:

- gradskom prometu (najteži uvjeti eksploatacije s obzirom na broj zaustavljanja, kočenja poništavanjem kinetičke energije, kretanja s mjesta, odnosno isključivanja vozila iz prometa te njegova ponovnog uključivanja),
- prigradskom prometu (srednje teški uvjeti eksploatacije koji se nalaze između gradskoga i međugradskog prometa),
- međugradskom prometu (teški do relativno laki uvjeti eksploatacije na transportnim relacijama veće duljine, posebice ako je dominantni dio trase na autocestama, odnosno na cestama više razine uslužnosti),
- turističkom prometu (normalni do laki uvjeti eksploatacije).¹⁷

Eksploatacija autobusa na relacijama u međugradskom prometu bitno se tehnološki ne razlikuje od eksploatacije u međunarodnom prometu, osim u dijelu dodatnih elemenata koji proizlaze najvećim dijelom iz poštivanja zakonskih propisa te razine tehničke opremljenosti i dodatnih sadržaja ovisno o duljini transportne relacije (primjerice, preko 700 km obavezan je toalet u autobusu). Dodatni kriterij za primjenu stajaćih i sjedećih mjesta vezan je za brzinu autobusa, pa tako kada brzina prelazi 50 km/sat, u autobusu je obvezno korištenje isključivo sjedećih mjesta.¹⁸

2.5.1. Javni cestovni linijski prijevoz putnika u gradskom prometu

Prometni sustav jedan je od temeljnih sustava u nastanku, funkcioniranju i razvitku ljudske zajednice u globalnom smislu. Upravo zahvaljujući razvitku znanosti, tehnike i tehnologije u svim područjima djelovanja ljudske zajednice, moguće je konstatirati da se nalazimo na najvišem stupnju tehničko – tehnološkog razvitka u povijesti čovjeka. Fenomen globalizacije unatoč svim poteškoćama donosi sve čvršće povezivanje i sinergiju ljudske

¹⁶ Ibidem, str. 14., 15.

¹⁷ Ibidem, str. 15.

¹⁸ Ibidem, str. 15.

zajednice sa sve intenzivnijim razvitkom u svim područjima znanosti. Sukladno tome, nove znanstvene spoznaje i dostignuća svakodnevno nalaze intenzivnu primjenu u praktičnom životu.¹⁹



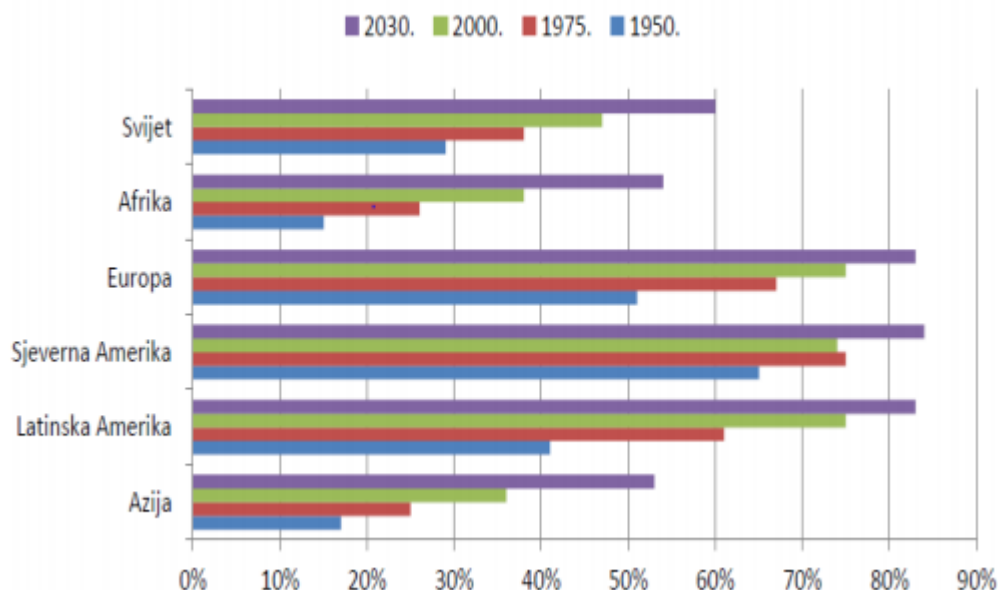
Slika 3. Primjer prometnog opterećenja cestovne mreže u gradskom prometnom sustavu

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

Proces urbanizacije kojim od 2007. godine više od polovice ljudske populacije živi u gradovima uz stalan pozitivan eksponencijalni rast, predstavlja sve veći izazov u funkcioniranju i razvitku ljudske zajednice. Stalni, sve brži trend urbanizacije posebice je značajan u upravljanju i modeliranju razvitka gradskih prometnih sustava. Predviđanje razvitka prometne potražnje posebno je značajno područje istraživanja jer je upravo putnička i teretna potražnja temelj dimenzioniranja podsustava, odnosno elemenata prometnog sustava. Stoga se posebno izučavaju prijevozna sredstva i prometna infrastruktura u funkciji optimizacije tehnologije putničkoga i teretnog transporta. Integracija transportnih sustava posebno je značajna zbog sinergije, prije svega u pogledu postizanja pune efikasnosti i efektivnosti prometnog sustava. Oblikovanje prometnog sustava u čijem je središtu čovjek kao pojedinac sa svim svojim potrebama, predstavlja viziju upravljanja prometnim sustavom. Vrlo dobri primjeri gradova s visokorazvijenim prometnim sustavom koji je prije svega u punoj funkciji njegovih stanovnika jesu Barcelona, Lisabon, Göteborg, Berlin, Prag i drugi. Na grafikonu 1. prikazani su podaci o urbanoj populaciji u svijetu i na kontinentima od 1950. do 2000. godine, s prognozom za 2030. godinu.²⁰

¹⁹ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 16.

²⁰ Ibidem, str. 16., 17.



Grafikon 1. Grafički prikaz postotka urbane populacije svijetu od 1950. do 2030.

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str.17

Prema Rodrigue, J. P., Comtois, C., & Slack, B. (2009). *The Geography of transport systems* (2. izd.), Routledge, str. 24.

Sustav javnoga gradskog putničkog prijevoza 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.²¹

Javni gradski prijevoz putnika jedan je od dominantnih vidova prijevoza, s obzirom da se veliki broj putovanja ostvaruje upravo u velikim gradovima. Javni prijevoz ostvaruje veću korist na područjima veće gustoće stanovanja u kojima postoje veći zahtjevi za mobilnošću, dok je u područjima relativno male gustoće stanovanja vjerojatnije da će se koristiti osobna prijevozna sredstva. Glavni čimbenici koji determiniraju javni prijevoz su: frekvencija, fleksibilnost, cijena i udaljenost između stajališta. Temeljni problemi kojima treba posvetiti pozornost su: unapređenje kvalitete, optimalna iskoristivost kapaciteta javnih prijevoznih sredstava, smanjenje zagađenja i buke, povećanje prostora za pješake u gradovima. Osobito je

²¹ Ibidem, str. 18.

bitno unaprijediti kvalitetu usluge JGPP-a odbacujući tezu da se njime koriste samo siromašniji slojevi društva (učenici, studenti, umirovljenici,...). Čest je slučaj da su javni prometni sustavi previše ili premalo iskorišteni. U vrijeme vršnih opterećenja gužve smanjuju komfor dok prazne vožnje čine mnoge usluge financijski neisplativima.²²

2.5.2. Javni linijski prijevoz putnika u prigradskom cestovnom prometu

Javni linijski cestovni putnički prigradski prijevoz jedan je od temeljnih podsustava u sustavu prijevoza putnika u cestovnom prometu. S obzirom na komplementarnost transportnih sustava u podmiranju putničke transportne potražnje ovaj sustav ima značajno mjesto u svakodnevnom povezivanju gradova i njima gravitirajućih naselja. Na linijama u prigradskom cestovnom putničkom prometu prisutna je putnička potražnja koja je po svojoj strukturi (prema vrsti korisnika, odnosno namjeni putovanja) identična potražnji za transportnim uslugama u gradskom prometu. Razlika između linijskoga gradskog i prigradskog prijevoza putnika u cestovnom prometu nalazi se u bitno manjoj veličini i dinamici putničke potražnje na prigradskim linijama, koja proizlazi iz veličine samih gradova i njima gravitirajućih prigradskih naselja. Osnovni tehnološki element razlike nalazi se u frekvenciji polazaka, prema kojoj gradska linija ima tijekom sata više od četiri polaska na liniji, a na prigradskoj liniji ta je frekvencija do četiri polaska na liniji tijekom jednog sata.²³

2.5.3. Javni cestovni linijski prijevoz putnika u međugradskom prometu

Javni cestovni prijevoz putnika na linijama u međugradskom prometu, poseban je i neizostavan podsustav u sustavu prijevoza putnika u cestovnom prometu. Linijski međugradski prijevoz putnika može se definirati kao podsustav u sustavu prijevoza putnika u cestovnom prometu kojim se podmiruje putnička potražnja na unaprijed utvrđenim linijama, po utvrđenom voznom redu i tarifi prijevoznika pod jednakim i unaprijed propisanim zakonskim uvjetima za sve vrste korisnika transportnih usluga. Sustav međugradskog linijskog prijevoza putnika povezuje gradove i sva prigradska naselja na određenom (manjem ili većem prostoru – regionalnom, nacionalnom) u domaćem ili međunarodnom putničkom prometu.²⁴

²² D, Vičević: Analiza potražnje za javnim linijskim prijevozom u RH; Pomorski fakultet u Rijeci, 11.9.2013.

²³ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 19.

²⁴ Ibidem, str. 19.

2.5.4. Javni cestovni prijevoz putnika u turističkom prometu

Porastom životnog standarda raste i mobilnost stanovništva što posljedično dovodi i do porasta potražnje za transportnim uslugama cestovnog prijevoza putnika u turističkom prometu. Tehnologija cestovnog prijevoza putnika u turističkom prometu ima svoje specifičnosti u odnosu na tehnologiju transportne usluge u putničkom linijskom gradskom, prigradskom i međugradskom prometu, prije svega po svojim tehničko – tehnološkim i organizacijskim značajkama.²⁵

2.6. Misija, vizija i ciljevi razvitka sustava javnog gradskog putničkog prijevoza

Postavljanje i definiranje ciljeva predstavlja prvi korak u postupku izrade studije razvoja JGPP-a. Ako se polazi od toga da je opći dio izrade studije razvoja dovođenje sustava JGPP-a na području jedne gradske aglomeracije iz nekog početnog stanja f_0 u neko željeno kvalitetnije stanje na kraju planskog perioda t_n , onda pod ciljevima studije razvoja podrazumijevamo skup želja osnoviranih na realnim mogućnostima određene društveno - ekonomske sredine, sa kojima se u kvalitativnom i kvantitativnom smislu definira to željeno stanje sustava. Postoji velika raznovrsnost ciljeva koji se mogu klasificirati u razne kategorije u ovisnosti o tome koji se kriteriji za klasifikaciju ciljeva uzimaju. Tako razlikujemo kratkoročne i dugoročne ciljeve ako se oni dijele prema mogućem vremenu realizacije. Jedna od podjela je na ciljeve korisnika i ciljeve društva, ako se polazi od kriterija subjekta u čijem se interesu ti ciljevi postavljaju. Smatra se da je za svrhu ovakvog planiranja najadekvatnija podjela na ciljeve društvene zajednice koji se izražavaju preko društvenog plana i prometne ciljeve.²⁶

Polazeći od ovakve podjele mora se istaknuti da prijevoz putnika ne može biti cilj za sebe, već da on predstavlja sredstvo kojim se postižu određeni ciljevi društvene zajednice. Prema tome ciljevi plana razvoja JGPP-a ne mogu biti u suprotnosti sa ciljevima društveno – ekonomskog razvoja određene gradske aglomeracije, već oni moraju biti usklađeni sa društveno – ekonomskim ciljevima izraženim u društvenom planu. U prometnim ciljevima u kojima trebaju biti izražena kako strategijska opredjeljenja društvene zajednice u prometnoj politici, tako i interesi korisnika i organizatora prijevoza, treba biti izražena politika prema JGPP-u, posebno ograničenje funkcije između ove vrste prijevoza i individualnog, kao i želje u pogledu poboljšanja kvalitete JGPP-a i njegove atraktivnosti. Odavde već proizlazi određena logična hijerarhija ciljeva. Pošto ciljevi kao određena strategijska opredjeljenja iskazuju načelno

²⁵ Ibidem, str. 19.

²⁶ Rajsman, M.: Osnove tehnologije prometa, gradski promet, Zagreb, 2012., str. 32.

određene želje, potrebno je da se ovi bolje definiraju preko zadatka, a još detaljnije mjerama, odnosno zahtjevima.²⁷

U postavljanju ciljeva, treba početi od osnovnog zahtjeva da oni što vjernije izražavaju potrebe i interese stanovnika promatranog područja i da u najvećoj mjeri budu rezultat njihovih želja. Naravno da je tu veliki značaj stručnjaka – planera, koji trebaju ponuditi određeni raspon ciljeva i uvjete za njihovu realizaciju. Utvrđivanje i prihvaćanje ciljeva razvoja JGPP-a je odluka političkog značaja u čijem donošenju trebaju učestvovati svi glavni subjekti društveno – ekonomske zajednice. U tom postupku odlučivanja treba uspostaviti efikasno komuniciranje između planera i javnosti kao i predstavnika društveno – političke zajednice koji su odgovorni za ovo područje. Zbog prometnih i ekoloških problema nastalih kao posljedica naglog razvoja individualne motorizacije, kao i zbog energetske i ekonomske krize, opće prihvaćen stav u našoj zemlji je da jedino ispravan i društveno opravdan put s kojim bi se umanjile nastale teškoće prometa u gradu je jačanje i razvoj javnog gradskog putničkog prijevoza. Ova vrsta prijevoza mora biti okvir prijevoznog sustava grada, zbog čega ga treba radikalno reformirati i unaprijediti, kako bi mogao u najboljoj mjeri zadovoljiti prijevozne potrebe građana.²⁸

Mada su opći prometni uvjeti, kao i nivo organizacije JGPP-a u raznim gradovima različiti, vezani za veličinu grada, prometnu infrastrukturu i drugo, mogu se u pogledu osnovnih smjerova razvoja JGPP-a, definirati zajednički osnovni ciljevi:²⁹

I - sustav JGPP-a treba osigurati u planiranom razdoblju prijevoz programiranog broja putovanja sa povećanom kvalitetom prijevoza promatrano kroz sve parametre kvalitete, kao i biti osposobljen za stalno prilagođavanje promjenama prijevoznih zahtjeva;

II - on treba zadržati ulogu dominantnog prijevoznika, čime bi se uz odgovarajuće mjere utjecalo na poboljšanje ukupnog prometa u gradu i smanjenje negativnih posljedica individualnog prometa;

III - sustav JGPP-a treba biti uravnotežen pojedinim vrstama i tipovima vozila kojima se osigurava racionalno korištenje energije i smanjuje potrošnja tekućih goriva;

IV - predloženi sustav treba pokazivati minimalan negativan utjecaj na prirodnu i izgrađenu čovjekovu okolinu; djelomično zagađenje zraka, buka i neestetičnost trebaju biti svedeni na minimum;

V - sustav JGPP-a treba poslovati ekonomično, kao i da se njegovo cjelokupno poslovanje u sklopu društveno – političke zajednice zasniva na društveno – ekonomskim odnosima.³⁰

Ovi ciljevi se mogu realizirati sljedećim mjerama:

²⁷ Ibidem, str. 32., 33.

²⁸ Ibidem, str. 33., 34.

²⁹ Ibidem, str. 34.

³⁰ Ibidem, str. 34.

1 - utvrditi prijevozne potrebe u planskom razdoblju kao i njihovu vremensku i prostornu distribuciju;

2 - predvidjeti osnovne karakteristike tokova putnika u budućnosti i tako postaviti mrežu linija JGPP-a da bude optimalno usklađena sa linijama po želji putnika;

3 - izmijeniti strukturu voznog parka u korist vozila na električni pogon, izvršiti izbor najpogodnijih tipova vozila i predvidjeti potreban broj vozila;

4 - osigurati apsolutni prioritet vozilima JGPP-a na svim pravicima gdje se ometa kretanje raznim prometno – tehničkim mjerama da bi se povećala brzina putovanja i poboljšala točnost i ravnomjernost prijevoza putnika;

5 - unaprijediti i modernizirati tehnologiju prijevoza:

a) primjenom suvremenih metoda za utvrđivanje i praćenje prijevoznih zahtjeva i izradu redova vožnje, s kojima bi se optimalno usklađivali prijevozni zahtjevi i prijevozni kapaciteti,

b) primjenom optimalnog tarifnog sustava i sustava karata, kao tehnoloških inovacija koje doprinose povećanju atraktivnosti javnog prijevoza i povećanju prihoda,

c) modernizacijom sustava naplate prijevoza i potpunim prelaskom na rad sa jednim čovjekom i ubrzanjem cirkulacije putnika,

d) uvođenjem suvremenog sustava kontrole i upravljanja, koji će uz primjenu modernih sredstava informiranja omogućiti poboljšanje točnosti i ravnomjernosti i povećanje pouzdanosti sustava JGPP-a i

e) modernizacijom tehnologije održavanja i popravaka vozila;

6 - poboljšati i modernizirati informiranje putnika kako u sustavu JGPP-a (na stanicama, u vozilima i dr.) tako i izvan sustava;

7 - poboljšati i urediti društveno – ekonomske odnose u području JGPP-a u skladu s našim općedruštvenim opredjeljenjima, a u sklopu toga posebno konstrukciju financiranja predviđenog razvoja.³¹

Postoji potreba da se na ovom stupnju izrade studije razvoja, razgraniči vremenski i prostorni okvir plana razvoja. Vremenskim okvirom plana treba utvrditi vremenski period za koji se plan radi, što je obično vezano za vremenski period za koji se radi generalni urbanistički plan. Kako se ovi planovi rade dugoročno, za taj period se rade i planovi razvoja JGPP-a. Nema svrhe ove programe raditi za kraće vremenske periode jer se radi o potrebi uvođenja takve infrastrukture čiji je vijek trajanja 20 i više godina. Kraći periodi mogu biti samo faze u realizaciji takvog plana. Slično je i kod prostornog definiranja okvira plana, gdje se područje plana najčešće veže na ono urbano područje koje je obrađeno u GUP-u. Pored okvira plana potrebno je na ovom stupnju izrade studije razvoja razmatrati i precizirati ograničenja koja bi

³¹ Ibidem, str. 34., 35.

mogla utjecati na realizaciju ciljeva, a sa kojima se osigurava realnost planskih postavki. Ova ograničenja mogu biti: prirodna, fizička, normativna, financijska, vezana za zaštitu čovjekove sredine i dr.³²

2.7. Putnička potražnja u javnom cestovnom prometu Republike Hrvatske

Analiza vremenskih nizova jedna je od najčešćih primjenjivanih kvantitativnih metoda prognoziranja. Za prognozu javnog prometa u RH pomoću analize vremenskih nizova korišten je računalni program MS Excel i podaci o broju prevezenih putnika u cestovnom prijevozu (PPCP). Osim te varijable u tablici 1. su navedeni i podaci za varijable koje će se analizirati u regresijskoj analizi: prevezeni putnici u gradskom prijevozu (PPGP), prvi put registrirana osobna vozila (PPROV) te prosječna neto plaća (NP) za razdoblje od 2002. do 2012. godine.³³

Tablica 1. Podaci varijabli za analizu potražnje za javnim prijevozom putnika u razdoblju od 2002. do 2012. godine

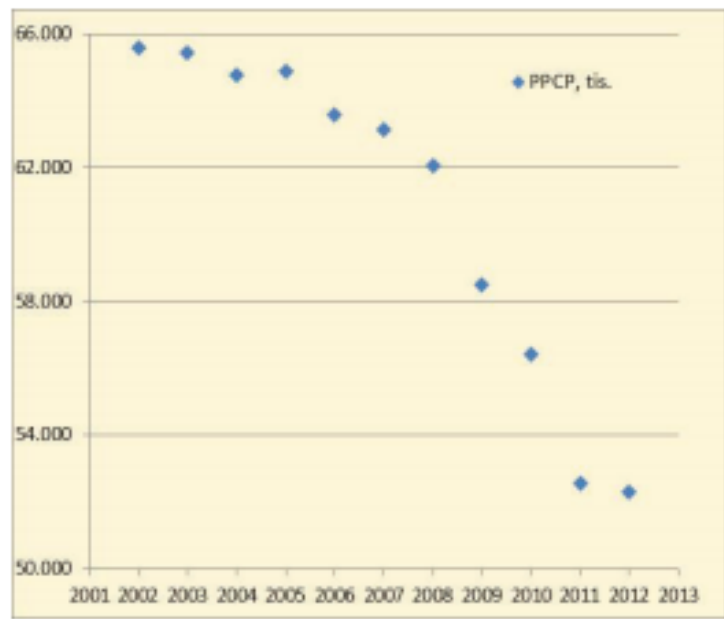
Godina	Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu	RCMV	Prevezeni putnici u gradskom prijevozu	Prvi put registrirana osobna vozila	Prosječna neto plaća
2002.	65.582	1.571.775	385.776	95.214	3.720
2003.	65.413	1.649.851	374.372	104.521	3.940
2004.	64.748	1.720.119	365.053	99.844	4.173
2005.	64.859	1.790.971	362.934	102.123	4.376
2006.	63.576	1.866.741	376.613	114.447	4.603
2007.	63.144	1.949.936	425.954	106.202	4.841
2008.	62.064	2.021.936	408.865	95.697	5.178
2009.	58.493	2.005.210	384.252	53.252	5.311
2010.	56.419	1.969.587	373.239	46.209	5.343
2011.	52.561	1.969.405	364.382	48.883	5.441
2012.	52.293	1.894.962	363.198	40.825	5.478

Izvor: D, Vičević: Analiza potražnje za javnim linijskim prijevozom u RH; Pomorski fakultet u Rijeci, 11.9.2013.

³² Ibidem, str. 35.

³³ D, Vičević: Analiza potražnje za javnim linijskim prijevozom u RH; Pomorski fakultet u Rijeci, 11.9.2013.

Serijski broj prevezenih putnika prikazan je na slici 4.



Slika 4. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu RH u razdoblju od 2002. do 2012. godine

Izvor: D, Vičević: Analiza potražnje za javnim linijskim prijevozom u RH; Pomorski fakultet u Rijeci, 11.9.2013.

Od 2002. do 2008. uočljiv je stalni pad broja prevezenih putnika i to sa 65,5 na 62 milijuna putnika godišnje. Međutim, samo u razdoblju od jedne godine, u 2009. godini broj putnika je značajno pao na 58 milijuna putnika, znači u istom iznosu koliko je padao od 2002. do 2008. godine. Nastavak tako skokovitog pada prisutan je i u narednim godinama sve do promatrane 2012. godine, iako je, ipak, prisutna lagana stagnacija pada u 2011. i 2012. godini kada se broj prevezenih putnika zadržava na razini od oko 52 milijuna putnika godišnje.³⁴

³⁴ D, Vičević: Analiza potražnje za javnim linijskim prijevozom u RH; Pomorski fakultet u Rijeci, 11.9.2013.

2. DEFINICIJA I PODJELA AUTOBUSA

Vozila za javni gradski prijevoz su prijevozna sredstva namijenjena prijevozu putnika u javnom gradskom prometu. Koriste se na ustaljenim trasama prema ustaljenim voznim redovima, a trebaju biti dostupna svakome tko plati prijevoz prema utvrđenoj tarifi.³⁵

Općenito se vozila za javni gradski prijevoz mogu podijeliti na sljedeći način:

- Autobusi
- Trolejbusi
- Tramvaji
- Metro ili brza gradska željeznica
- Regionalna željeznica
- Specijalna vozila za javni gradski prijevoz³⁶

Vozila za javni gradski prijevoz razlikuju se, općenito, prema sljedećim tehničkim značajkama:

- Načinu oslanjanja
- Načinu vođenja
- Vrsti pogona
- Upravljanju i regulaciji³⁷

Autobusni javni prijevoz putnika dobro je poznat jer je najčešći oblik javnoga gradskog prometa. Oko dvije trećine svih putovanja javnim prijevozom u svijetu obavlja se autobusnim sustavom.³⁸

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.³⁹

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.

³⁵ Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 1.

³⁶ Ibidem, str. 1.

³⁷ Ibidem, str. 1.

³⁸ Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., str. 200.

³⁹ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 49.

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.⁴⁰

Autobusi uglavnom imaju stražnji pogon i motor smješten straga, u pravilu koriste dizelsko gorivo, makar gradski autobusi sve češće koriste i biodizel, odnosno zemni plin. Konstrukcija autobusa također je slična teretnim vozilima i sastoji se od dugog nosivog podvozja s motorom, mjenjačem i osovinama, na kojem je postavljeno nadvozje s prostorom za vozača i putnike. Iznimno se manji autobusi izrađuju sa samonosećom karoserijom poput osobnih automobila.⁴¹

Postoji osnovna tehnička podjela 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 kg⁴²

Također 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 stajaće 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 položaju⁴³

Prema kriteriju glavne namjene, što se reflektira i na konstrukcije izvedbe putničkog prostora, definirane su tri osnovne vrste autobusa:⁴⁴

⁴⁰ Ibidem, str. 49.

⁴¹ Protega, V: Tehnologija cestovnog prometa, 2009/2010., str. 19.

⁴² Ibidem, str. 19.

⁴³ Ibidem, str. 19.

⁴⁴ Ibidem, str. 19.

- 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, međužupanijski i međunarodni prijevoz putnika⁴⁵

Gradski autobusi svojim su konstrukcijskim značajkama prilagođeni za linijski prijevoz putnika (bez prtljage) na kraćim relacijama. Riječ je o niskopodnim vozilima (radi olakšanog ulaska/izlaska putnika), a u cilju povećanja kapaciteta izrađuju se autobusi zglobne konstrukcije. Autobusi predviđeni za međugradski, međužupanijski i međunarodni prijevoz putnika raspolažu isključivo sjedećim mjestima, a povećanje kapaciteta postiže se katnom izvedbom karoserije. Opremljenost ovih vozila ovisi o udaljenosti prijevoza (veći razmak među sjedalima – od minimalnih 65 cm kod standardnog do preko 81 cm kod luksuznog autobusa, nagibni nasloni sjedala, toalet i dr.), ali i o svrsi putovanja. Tako se, za razliku od međunarodnog linijskog prijevoza putnika, u slobodnom prijevozu skupine turista pri višednevnom obilasku znamenitosti na području županije, pokrajine ili države autobusi opremaju posebnim mjestom pored vozača za vodiča, audio-vizualnim uređajima, sokovnicima, uređajima za pripremljanje toplih napitaka i dr.⁴⁶

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

- autobusi gradskog tipa
- prigradski
- međugradski
- turistički autobusi.⁴⁷

Gradski, prigradski i međugradski tipovi nadogradnje autobusa upotrebljavaju se u linijskom putničkom cestovnom prometu. Autobusi turističkoga tipa (nadogradnje) upotrebljavaju se na različitim transportnim relacijama (najčešće su to i najdulje relacije u cestovnom prijevozu putnika) ovisno o različitim čimbenicima, kao što su:⁴⁸

- prostorni razmještaj turistički atraktivnih lokacija,

⁴⁵ Ibidem, str. 20.

⁴⁶ Ibidem, str. 20, 21.

⁴⁷ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 51.

⁴⁸ Ibidem, str. 51.

- razina životnog standarda putnika,
- ostali čimbenici povezani s konkretnim uvjetima pojedine zemlje.⁴⁹

Autobuse je moguće dijeliti prema različitim kriterijima:

- do 5 metara – male duljine,
- od 5 do 7 m – male duljine,
- od 7 do 9,5 m – srednje duljine,
- od 9,5 do 12 m – velike duljine,
- preko 12 m – osobito velike duljine,⁵⁰

Prema namjeni, odnosno prema vrsti transportne usluge:

- gradski
- prigradski
- međugradski
- turistički
- školski
- opće namjene.⁵¹

Autobusi navedenih namjena mogu biti izvedeni s više različitih podtipova, ovisno, između ostaloga, i o samim proizvođačima, zahtjevima različitih korisnika ili specifičnih namjena (vojna, vatrogasna, policijska, bolnička itd.). 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.⁵²

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 (pojednim dionicama) preko 50 km/sat, potrebno je da sva mjesta budu sjedeća, a vrata dovoljno široka za brzu izmjenu putnika.⁵³

⁴⁹ Ibidem, str. 51.

⁵⁰ Ibidem, str. 52.

⁵¹ Ibidem, str. 52.

⁵² Ibidem, str. 52., 53.

⁵³ Ibidem, str. 53.

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 video uređaji, ima dovoljno velik prostor za smještaj prtljage te druge pogodnosti bitne za dulja putovanja.⁵⁴

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.⁵⁵

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 – midibus,
- autobuse standardnog kapaciteta – standardne,
- autobuse vrlo velikog kapaciteta – zglobnoga konstrukcijskog sastava (katni i zglobni)⁵⁶

Minibus je s obzirom na svoje dimenzije (gabarite) i broj putničkih mjesta, najmanje cestovno javno prijevozno sredstvo kategorije M2, čija visina dopušta i stajanje putnika za vrijeme vožnje (naravno, u pravilu u uvjetima gradske vožnje gdje je to s obzirom na dopuštenu brzinu moguće).⁵⁷

Moguće verzije minibus:

- turistički minibus,
- gradski/prigradski minibus,
- minibus za specijalnu namjenu (prijevoz VIP klijenata)⁵⁸

⁵⁴ Ibidem, str. 53.

⁵⁵ Ibidem, str. 53.

⁵⁶ Ibidem, str. 53., 54.

⁵⁷ Ibidem, str. 54.

⁵⁸ <http://eurolimbus.hr/prodaja-i-zastupnistvo-minibuseva/> (siječanj 2018.)



Slika 5. Primjer minibusa turističkoga tipa

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 54.

Minibus kao cestovno putničko prijevozno sredstvo iako manjeg prijevoznog kapaciteta može biti korišten praktično u svim uvjetima eksploatacije u sustavu javnog putničkoga prometa ili u prijevozu za vlastite potrebe. Često je njegova primjena ekonomski opravdana na kratkim relacijama ili linijama u centralnom gradskom prostoru relativno velike gustoće stanovništva i frekvencije, ali je intenzitet putničkih tokova slabiji (niža razina potražnje iskazana brojem putnika tijekom dana, bilo u vremenu vršnog prometnog opterećenja ili izvan njega). Isto tako rabe se u eksploataciji na prigradskom području male gustoće naseljenosti kao fleksibilna nadopuna, primjerice, gradsko-prigradskoj željeznici. Njihova namjena moguća je i na relacijama u turističkom prometu za manje grupe putnika, kao i općenito javnom linijskom prijevozu putnika na linijama s nižom razinom transportne potražnje. Izvedba putničkog prostora minibusa može biti različita te ovisi o potrebama prijevoznika sukladno namjeni i uvjetima eksploatacije prijevoznika unutar konkretnog prometnog sustava, uz najčešće sljedeće tehničko-eksploatacijske elemente:⁵⁹

⁵⁹ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 54, 55.

Tablica 2. Tehničko – tehnološke značajke minibusa

Tehničko – tehnološke značajke minibusa	
Duljina	5,4 – 7,7 (m)
Širina	2,1 – 2,4 (m)
Visina	2,7 – 2,8 (m)
Kapacitet	15 – 30 (putničkih mjesta)
Unutrašnja visina	1,85 – 1,9 (m)
Broj osovina	2 (kom)
Razmak osovina	2,7 – 4,3 (m)
Prednji prepust	0,75 – 1,25 (m)
Visina poda	0,5 – 0,7 (m)
Minimalni polumjer okretanja	7,8 – 13,5 (m)
Najveća brzina	40 – 95 (km/h)

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 55.



Slika 6. Primjer minibusa za eksploataciju na gradskim linijama.

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 55.



Slika 7. Luksuzno vozilo za srednje male grupe ljudi

Izvor: <http://eurolimbus.hr/portfolios/minibus/>



Slika 8. Minibus visokoturističke klase

Izvor: <http://eurolimbus.hr/portfolios/minibus/>

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 (slika 9.). Izvedba putničkog prostora može biti različita te ovisi o potrebama prijevoznika sukladno namjeni i uvjetima eksploatacije prijevoznika unutar konkretnog prometnog sustava, uz najčešće sljedeće tehničko-eksploatacijske elemente:⁶⁰

Tablica 3. Tehničko – tehnološke značajke standardnog autobusa

Tehničko – tehnološke značajke standardnog autobusa	
Duljina	10,7 – 12,2 (m)
Širina	2,4 – 2,5 (m)
Visina	2,9 – 3,1 (m)
Kapacitet	70 – 82 (putničkih mjesta)
Unutrašnja visina	2,05 – 2,23 (m)
Broj osovina	2 (kom)
Razmak osovina	5,6 – 7,6 (m)
Prednji prepust	2,1 – 2,7 (m)
Visina poda	0,5 – 0,9 (m)
Minimalni polumjer okretanja	10,5 – 12 (m)
Najveća brzina	Do 110 (km/h)

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 56.



Slika 9. Primjer standardne izvedbe troosovinskoga autobusa za međugradski linijski promet

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 56.

Uspoređujući tehničko – tehnološke značajke minibusa i standardnog autobusa prema tablici 2. i 3. vidljivo je da autobus standardnog tipa ima 78 % veću duljinu, 9 % veću širinu te

⁶⁰ Ibidem, str. 55.

je 0,9 % viši od minibusu, zatim ima 77 % više kapaciteta te je unutrašnja visina veća za 4,1 % dok je broj osovine isti, ali je razmak osovine veći za 8,5 % kod standardnog autobusa.

Zglobni autobus je najdulje cestovno putničko prijevozno sredstvo (slika 10.) koji čini vučno vozilo i poluprikolica međusobno povezani nosećim fleksibilnim mehaničkim zglobovima i harmonika-oplatom čineći tako funkcionalnu cjelinu kontinuirane unutrašnjosti vozila koje ima mogućnost otklona ± 40 stupnjeva u horizontalnoj ravnini te ± 10 stupnjeva u vertikalnoj ravnini. Najčešća izvedba zglobnog autobusa je s tri osovine. Najčešće je duljina zglobnog autobusa 18 metara uz putnički kapacitet od 100 do 160 putničkih mjesta (moguć i kapacitet do 220 mjesta). Ukupno dopušteni gabarit zglobnog autobusa je 2,55 x 18,75 m.⁶¹



Slika 10. Zglobni gradski autobus marke MAN

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 57.

I pored njihove 50 % veće duljine, zglobni autobus obično ima isti polumjer okretanja i užu stazu okretanja od standardnih autobusa zbog toga što se najčešće upravljački mehanizam zglobnih autobusa sastoji od upravljanih kotača kako prve, tako i treće osovine. Zadnji kotači su upravljani preko veze s prednjim, ali u suprotnom smjeru, približno za pola njihova okretnog kuta.⁶²

Katni autobus je najviše cestovno putničko prijevozno sredstvo koje čine dva, u horizontalnom smislu podijeljena i po visini različita, putnička prostora međusobno povezana u jedinstvenu cjelinu (slika 11.). Zbog njihovanja vozila i niskog plafona gornjeg putničkog dijela

⁶¹ Ibidem, str. 56., 57.

⁶² Ibidem, str. 57.

ono raspolaže samo putničkim mjestima za sjedenje, dok prva etaža raspolaže mjestima za stajanje i malim brojem sjedećih mjesta (do 25 putničkih mjesta za stajanje). Nedostatak ovog autobusa je nepovoljna poprečna stabilnost, posebice u zavojima u naglim skretanjima pri većim brzinama što predstavlja opasnost od prevrtanja vozila. Izvedba putničkog prostora može biti različita te ovisi o potrebama prijevoznika sukladno namjeni i uvjetima eksploatacije prijevoznika unutar konkretnog prometnog sustava, uz najčešće sljedeće tehničko – eksploatacijske elemente: ⁶³

Tablica 4. Tehničko – tehnološke značajke autobusa na kat

Tehničko – tehnološke značajke autobusa na kat	
Duljina	8,5 – 12 (m)
Širina	2,45 – 2,5 (m)
Visina	4,0 – 4,4 (m)
Kapacitet	70 – 125 (putničkih mjesta)
Unutrašnja visina	1,4 – 1,8 (m)
Broj osovina	2 – 3 (kom)
Razmak osovina	4,3 – 5,6 (m)
Prednji prepust	0,9 – 2,5 (m)
Visina poda	0,64 – 0,68 (m)
Minimalni polumjer okretanja	9,2 – 11,5 (m)
Najveća brzina	60 – 85 (km/h)

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 58.

Uspoređujući tehničko – tehnološke značajke standardnog autobusa i autobusa na kat prema tablici 3. i 4., duljina i širina autobusa su prilično slične dok je visina autobusa na kat veća za 40 % od standardnog te ima 28 % veći kapacitet putničkih mjesta.

⁶³ Ibidem, str. 58.



Slika 11. Primjer izvedbe katnoga troosovinskog autobusa turističke namjene

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 58.

Prema pogonu autobuse je moguće podijeliti na:

- 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).⁶⁴

Kapacitet autobusa mijenja se ovisno o proizvođaču, namijenjenoj razini udobnosti (omjer sjedećih i stajaćih mjesta) autobusa koji se rabe u konkretnim prometnim sustavima te razini atraktivnosti transportne usluge. Tako, primjerice, gradovi kao vlasnici prijevoznih poduzeća određuju ukupnu razinu željene kvalitete sustava javnoga putničkog prijevoza ili prijevoznici u prigradskom, međugradskom i turističkom prometu zbog vlastite konkurentnosti sami određuju razinu udobnosti i time definiraju razinu ukupne kvalitete transportne usluge.⁶⁵

Pravilnikom o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama propisuju se i dimenzije i mase, osovinska opterećenja vozila, uređaji i oprema koje moraju imati vozila i uvjeti kojima moraju udovoljavati uređaji i oprema vozila u prometu na cestama. Gabariti vozila određeni su njihovim vanjskim izmjerama. Najveća duljina vozila razmak je između najizbočenijega prednjeg i stražnjeg dijela vozila. Najveća širina vozila razmak je između najizbočenijih bočnih dijelova vozila. Najveća visina vozila razmak je između vodoravne podloge i najvišeg dijela vozila kad je neopterećeno i kada su gume pod tlakom koji propisuje proizvođač vozila.⁶⁶

⁶⁴ Ibidem, str. 59.

⁶⁵ Ibidem, str. 59.

⁶⁶ Ibidem, str. 60.

Odnos bruto snage motora izražene u kilovatima (kW) i najveće dopuštene mase vozila izražene u tonama (t) mora biti:

- za autobuse, osim autobusa zglobnoga konstrukcijskog sastava – najmanje 9 kW/t;
- za autobuse zglobnoga konstrukcijskog sastava – najmanje 6 kW/t.⁶⁷

Na pogonske kotače autobusa, ako je vozilo opterećeno i u mirovanju na vodoravnoj ravnini, mora pripadati najmanje jedna trećina ukupne mase vozila, odnosno skupa vozila. Na kotače upravljačke osovine autobusa, ako je vozilo opterećeno i u mirovanju na vodoravnoj ravnini, mora pripasti najmanje jedna petina ukupne mase vozila.⁶⁸

3.1. Autobusi gradskog tipa

Gradski autobus namijenjen je gradskom prijevozu putnika na kratkim relacijama. Obilježava ga znatan broj mjesta za stajanje, dvojna, ili više, široka dvokrilna vrata za brzu izmjenu putnika. Često se izvodi s niskim podom što putnicima olakšava ulazak u vozilo i izlazak iz vozila. Ne razvija velike brzine vožnje, ali ima veća ubrzanja i usporenja da bi se povećala prosječna brzina vožnje. Najčešće se kreće gradskim ulicama u mješovitom prometu.⁶⁹

Dodatno mogu biti izvedeni tako da je u njima smještena specijalna platforma, koja olakšava dostupnost osobama s posebnim potrebama na kolicima.⁷⁰

⁶⁷ Ibidem, str. 60.

⁶⁸ Ibidem, str. 60.

⁶⁹ Zavada, J.: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str.: 7.

⁷⁰ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 72.



Slika 12. Specijalna platforma

Izvor: <https://www.bus.man.eu/hr/hr/gradski-autobusi/man-lions-city/pregled/Pregled.html>

Neizostavni element kvalitete prijevozne usluge čine i putničke informacije koje moraju biti dostupne svim korisnicima jednako. Nakon sigurnosti možda i najvažniji čimbenik svim korisnicima je i točnost, koja je važna kako bi se autobusne kompanije pridržavale vremena polazaka i dolazaka prema voznim redovima.⁷¹

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.⁷²

⁷¹ Ibidem, str. 72.

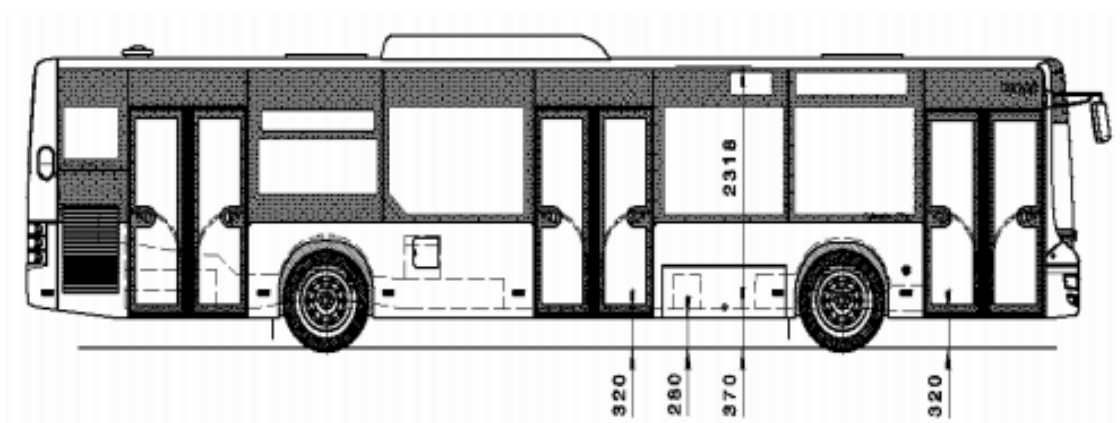
⁷² Ibidem, str. 72.



Slika 13. Različite konstrukcijske izvedbe autobusa gradskog tipa marke MAN

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

Na slici 14. prikazani su tipovi Lion City autobusa. Modeli na prethodnoj slici razlikuju se prema broju osovina, broju i dimenzijama vrata i po duljini. Postoje izvedbe putničkog prostora s trojim dvokrilnim vratima (slika 15.), dvojim dvokrilnim vratima i kombinacija s jednim dvokrilnim i jednokrilnim vratima.⁷³



Slika 14. Gradski niskopodni standardni autobus MAN Lion's City

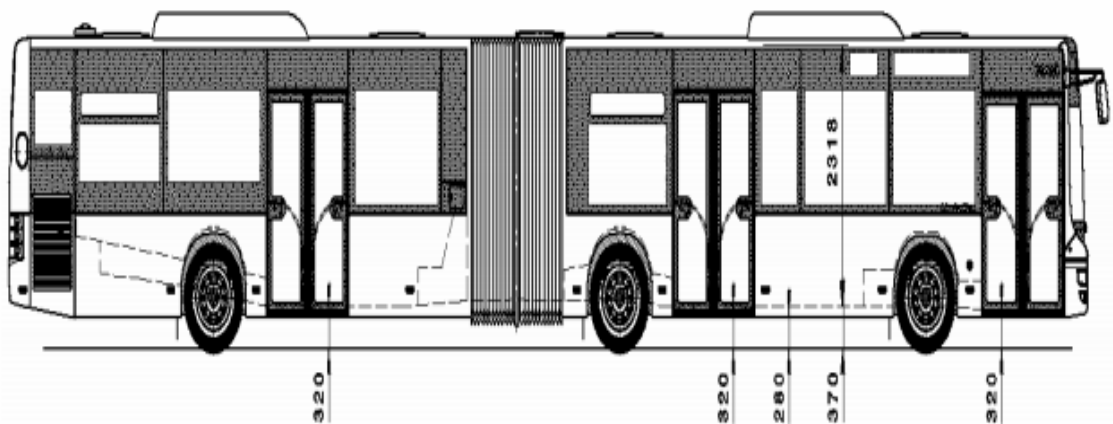
Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 74.

⁷³ Ibidem, str. 73.

Zglobni autobusi u upotrebi su u svim zemljama osim u Velikoj Britaniji gdje zakonski propisi onemogućavaju korištenje zglobnih autobusa. 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.⁷⁴

Zglobni autobus predstavlja iznimno ekonomično rješenje u vremenima vršnog prometnog opterećenja jer ima veći prijevozni kapacitet pri čemu ne zahtijeva povećanje angažiranog vozačkog osoblja. Izvan vršnog prometnog opterećenja autobusi zglobnoga konstrukcijskog sastava zbog povećanja vlastite mase (priključnog dijela skupa vozila) na linijama s manjim prometnim opterećenjem zbog smanjenja putničke potražnje ima više transportne troškove po jedinici prijeđenoga puta, odnosno prevezenom putniku te jedinici putničkog transportnog rada.⁷⁵



Slika 15. Gradski niskopodni zglobni autobus MAN Lion's City G

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

⁷⁴ Ibidem, str. 74.

⁷⁵ Ibidem, str. 74., 75.

3.2. Autobusi prigradskog tipa

Prigradski autobus namijenjen je prijevozu putnika u prigradskom prometu, što podrazumijeva nešto dulje relacije vožnje nego što su one gradskih autobusa. Predviđa se da sva mjesta budu sjedeća, a vrata dovoljno široka za brzu izmjenu putnika.⁷⁶

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 tehničko – tehnološke 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. 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 njih.⁷⁷



Slika 16. Prigradski autobus MAN

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 79.

⁷⁶ Zavada, J: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str.: 7.

⁷⁷ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 78, 79.

3.3. Autobusi međugradskog tipa

Razina udobnosti i opremljenost autobusa međugradškoga 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.⁷⁸

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.⁷⁹



Slika 17. Autobus međugradškoga tipa marke MAN

Izvor: <https://www.bus.man.eu/hr/hr/putnicki-autobusi/man-lions-coach/pregled/Pregled.html>

⁷⁸ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 83.

⁷⁹ Zavada, J: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str.: 7.

3.4. Autobusi turističkog tipa

Autobusi turističkoga tipa koriste se na različitim relacijama putovanja. S obzirom na njihovu namjenu, autobusi turističkoga tipa najčešće moraju zadovoljiti visoko postavljene kriterije. Porastom životnog standarda, zahvaljujući sve većoj međunarodnoj otvorenosti i globalizaciji postupno se profilirala kategorija turističkih autobusa kao posebna vrsta nadogradnje. Za potrebe turističkog prometa unatrag više desetljeća korišteni su autobusi za linijski međugradski prijevoz putnika, no nisu dovoljno prilagođeni dugotrajnom putovanju. Trend sve značajnije potražnje za uslugama u turističkom prometu kao posljedicom, globalno gledano, porasta sveukupne mobilnosti uz pozitivne financijske rezultate ove djelatnosti (jer praktično se vozila upotrebljavaju u najpovoljnijim uvjetima eksploatacije u usporedbi s gradskim, prigradskim kao i međugradskim linijskim putničkim prometom) rezultirao je porastom eksploatacije autobusa u turističke svrhe. S obzirom na navedene okolnosti, autobusi turističkoga tipa specijalizirani su za pružanje transportnih usluga u turističkom prometu zbog čvrste uzajamne povezanosti sa zahtijevanom visokom razinom turističke usluge i udobnosti putnika. To je u pravilu dovelo do napuštanja prakse primjene autobusa međugradskog tipa u turističkom prometu i njihovom supstitucijom turističkim autobusima.⁸⁰

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).⁸¹

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:⁸²

- aerodinamični oblik
- ekonomičniji pogonski motori
- ojačana konstrukcija
- sve značajniji naglasci na elementima udobnosti, pasivne i aktivne sigurnosti.⁸³

⁸⁰ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 86.

⁸¹ Ibidem, str. 86.

⁸² Ibidem, str. 86.

⁸³ Ibidem, str. 86.

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. ⁸⁵

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). ⁸⁶

Za razliku od međunarodnog linijskog prijevoza putnika, u slobodnom prijevozu skupine turista pri višednevnom obilasku znamenitosti na području županije, pokrajine ili države autobusi se opremaju posebnim mjestom pored vozača za vodiča, audio – vizualnim uređajima, sokovnicima, uređajima za pripravljanje toplih napitaka i drugom opremom. ⁸⁷

⁸⁴ Ibidem, str. 87.

⁸⁵ Ibidem, str. 87.

⁸⁶ Ibidem, str. 87.

⁸⁷ Ibidem, str. 87.



Slika 18. Vanjski izgled Neoplana Citylinera

Izvor: <http://static.autohrvatska.hr/uploaded-files/CEACC29B-9BA9-5F69-F151-F192D650FB32.pdf>



Slika 19. Turistički autobus u Rijeci

Izvor: <https://www.autotrolej.hr/turisticki-autobus/>

3.5. Autobusi kombiniranih tipova nadogradnje

Sve je prisutnija kombinacija nadogradnji autobusa koji se upotrebljavaju na linijama u gradskom i prigradskom prometu, gdje je unutar putničkog prostora prva polovica izvedena kao nadogradnja autobusa gradskoga tipa, a druga polovica kao nadogradnja autobusa prigradskoga tipa. Ovakva izvedba kombiniranoga gradsko – prigradskoga tipa ima svoje opravdanje za prijevoz putnika na linijama koje su mješovitoga tipa (linije s trasama koje se prostorno pružaju u zoni grada i prigradskih satelitskih naselja pa zbog toga funkcionira kao gradska unutar gradskog područja nakon čega funkcionira kao prigradska linija povezujući, primjerice, višemilijunski grad s perifernim naseljima i manjim satelitskim gradovima koji se nalaze u njegovoj gravitacijskoj zoni) na područjima velikih metropolitanskih gradova. Bitno je obilježje takve linije to da unutar prostora od užega do šireg centra linija tehnološki funkcionira kao gradska, a u nastavku od širega centra do periferije tehnološki funkcionira kao prigradska linija (primjeri takvih linija su u našim nacionalnim okvirima Zagreb – Samobor, Zagreb – Zaprešić, Zagreb – Dugo Selo, Zagreb – Velika Gorica i slično).⁸⁸



Slika 20. Autobus prigradsko-međugradskoga tipa marke Iveco Irisbus model Crossway

Izvor: <https://www.iveco.com/ivecobus/hr-hr/proizvodi/pages/iveco-bus-crossway.aspx>.

⁸⁸ Ibidem, str. 95., 96.

4. DEFINIRANJE TEHNIČKO–TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI AUTOBUSA S POSEBNIM OSVRTOM NA GRADSKI PROMET

Prijevoz putnika u cestovnom prometu s tehnološkog aspekta (s obzirom na obilježja procesa proizvodnje transportne usluge) izravno je povezan s (prosječnom) duljinom transportne relacije, tako da se prema tom kriteriju može podijeliti na: ⁸⁹

- tehnologiju prijevoza putnika na relacijama u gradskom prometu (na gradskim linijama – linijski gradski putnički prijevoz),
- tehnologiju prijevoza putnika na relacijama u prigradskom prometu (na prigradskim linijama – linijski prigradski putnički prijevoz),
- tehnologiju prijevoza putnika na relacijama u međugradskom prometu (na međugradskim linijama – linijski međugradski putnički prijevoz),
- tehnologiju cestovnog prijevoza putnika u turističkom prometu (najčešće duge transportne relacije, posebice u međunarodnom prometu). ⁹⁰

Sukladno prethodnoj podjeli postoje različite izvedbe autobusa koji svojim tehničko - tehnološkim značajkama odgovaraju traženoj (planiranoj) kvaliteti usluge i njihovoj osnovnoj (temeljnoj, primarnoj) namjeni iz koje proizlazi vrsta nadgradnje putničkog prostora te potreba za prtljažnim prostorom te drugim pratećim uređajima, opremi (primjerice, na transportnim relacijama preko 700 km obvezna je ugradnja sanitarnog prostora) i dodatnim sadržajima (primjerice, bežični internet, TV, prodaja osvježavajućih pića na dugim relacijama u linijskom međugradskom prometu ili turističkom prometu). Može se konstatirati da je uspješnost tehnologije putničkog cestovnog transporta izravno ovisna o elementima tehničkog sustava cestovnog prometa. Temeljni elementi tehničkog sustava cestovnog prometa su cestovna prijevozna sredstva, cestovna prometna infrastruktura i informacijski sustav. ⁹¹

Na određenom stupnju razvitka tehničkog sustava moguće je govoriti o optimizaciji tehnološkog procesa proizvodnje transportne usluge. Stalni razvitak znanosti donosi posljedično i stalni tehnički razvitak što dovodi do toga da se u određenom relativno kratkom (s obzirom na eksponencijalni porast ukupnog ljudskog znanja i znanstvenih spoznaja) i sve kraćem razdoblju dostiže optimum tehnoloških rješenja kojima se odgovara na potražnju za transportnim uslugama u cestovnom putničkom prometu. Autobusi koji se upotrebljavaju u međugradskom i međunarodnom prometu raspolažu isključivo sjedećim mjestima, a povećanje kapaciteta postiže se u pravilu katnom izvedbom karoserije. Razina udobnosti tih autobusa znatno je veća u odnosu na autobuse u prigradskom i gradskom prometu, a razina opremljenosti

⁸⁹ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 48.

⁹⁰ Ibidem, str. 48.

⁹¹ Ibidem, str. 48.

tih vozila ovisi o duljini transportne relacije i svrsi putovanja. Autobusi namijenjeni prigradskom i gradskom linijskom putničkom prometu niže su razine udobnosti. Putnički kapacitet tih autobusa proizlazi iz omjera sjedećih i stajaćih mjesta, a vezan je za željenu razinu transportne usluge koju određuje prijevoznik, odnosno vlasnik toga transportnog poduzeća. Uglavnom su niskopodne izvedbe, što u kombinaciji s većim brojem vrata osigurava brzu izmjenu putnika na stajalištima.⁹²

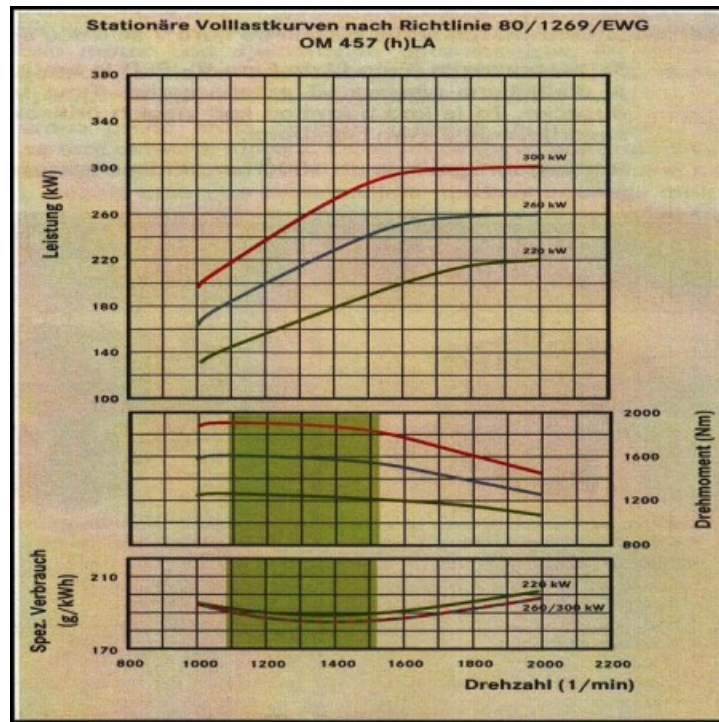
4.1. Tehničke značajke autobusa gradskog tipa

Tehničke značajke mogu se definirati kao značajke vozila prema kojima je vozilo proizvedeno s obzirom na njegovu namjenu.

Pravilnikom o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama propisuju se dimenzije i mase, osovinska opterećenja vozila, uređaji i oprema koju moraju imati vozila i uvjeti kojima moraju udovoljavati uređaji i oprema vozila u prometu na cestama. Poznavanje vanjske brzinske značajke motora autobusa ima posebno značenje u postupku pravilnog odabira snage motora tijekom donošenja odluke o nabavci novih vozila, neovisno o tome je li u pitanju njihova eksploatacija na transportnim relacijama u gradskom, prigradskom, međugradskom ili turističkom prometu. Pravilan izbor snage motora proizlazi iz pretežitih uvjeta eksploatacije u kojima će se odabrano vozilo upotrebljavati.⁹³

⁹² Ibidem, str. 48., 49.

⁹³ Ibidem, str. 64., 65.



Slika 21. Dijagram vanjske brzinske značajke motora OM 457

Izvor: Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 65.

Prema: Gatermann, G.: OMNIplus Eko trening, Norme ispušnih plinova, alternativni pogon, Servis Mercedes-Benz / Setra, Njemačka, 2013

Iznimno je značajno poznavanje vanjske brzinske značajke motora s obzirom na konkretne uvjete eksploatacije vozila. Prema slici 22. za isti model autobusa isporučuju se motori s tri različite efektivne snage motora: ⁹⁴

- 220 kW,
- 260 kW ili
- 300 kW,

slijedi i pripadajuća vrijednost okretnog momenta i specifične efektivne potrošnje goriva motora određene snage. ⁹⁵

Kako bi izbor autobusa u eksploataciji bio optimalan, bitno je znati: uvjete eksploatacije u kojima će se vozilo upotrebljavati (gradski, prigradski ili međugradski, odnosno turistički promet), prosječnu popunjenost, odnosno prosječno iskorištenje prijevoznog kapaciteta, duljinu relacije na kojima se pretežno obavlja prijevoz, dinamička obilježja trase na kojoj se

⁹⁴ Ibidem, str. 65.

⁹⁵ Ibidem, str. 65.

obavlja putovanje, primjerice, svladavanje uspona/padova i slično pri punom opterećenju. Sukladno tim uvjetima obavlja se i izbor odgovarajućeg motora za konkretne uvjete eksploatacije autobusa u gradskom, prigradskom i međugradskom prometu te međunarodnom, odnosno turističkom prometu. Ako se autobus upotrebljava pretežno u uvjetima eksploatacije pri kojima se motor rabi izvan zone optimalnog okretnog momenta i potrošnje goriva, tada dolazi do prekomjerne potrošnje goriva, pojačanog opterećenja ili čak preopterećenja dijelova motora, njegova prekomjernog habanja i slično. U takvoj situaciji dolazi do povećanja troškova eksploatacije, padanja profita i smanjenja konkurentnosti prijevoznika na transportnom tržištu. Gabariti vozila određeni su njihovim vanjskim izmjerama. Najveća duljina vozila jest razmak između najizbočenijega prednjeg i stražnjeg dijela vozila, bez tereta. Najveća širina vozila jest razmak između najizbočenijih bočnih dijelova vozila, bez tereta. Najveća visina vozila jest razmak između vodoravne podloge i najvišeg dijela vozila kad je neopterećeno i kada su gume pod tlakom koji propisuje proizvođač vozila. Iznimno je duljina autobusa s prikolicom za gradski promet koji su bili uvezeni u Republiku Hrvatsku ili prvi put registrirani do 1. siječnja 1990. godine, 20 m. Svi dijelovi vozila moraju se nalaziti unutar propisane najveće duljine vozila uvećane za najviše 0,5 %. Od tehničkih značajki prijevoznih sredstava u sustavu javnoga prijevoza putnika, posebice u linijskom cestovnom putničkom prometu, moguće je izdvojiti one koje se odnose na: ⁹⁶

- a) gabarite vozila, duljinu [m], širinu [m] i visinu [m],
- b) kapacitet izražen u putničkim mjestima [PM] (suma sjedećih [SJM] i stajaćih mjesta [STM]),
- c) izvedbu (jednokrilna, dvokrilna), širinu i broj vrata za izmjenu putnika (zanimljiv podatak bio bi i brzina otvaranja vrata, odnosno vrijeme otvaranja vrata, iako se u pravilu ne navodi u tehničkim podacima),
- d) površinu putničkog prostora, [m²],
- e) volumen putničkog prostora, [m³],
- f) izvedbu putničkog prostora i visinu poda (engl. low entry – nizak ulaz/izlaz, odnosno djelomično spušten pod putničkog prostora na vratima autobusa ili engl. low floor izvedba putničkog prostora koja se odnosi na niskopodnost (preko 35 % cijele duljine) putničkog prostora posebice bitna za autobuse gradskog tipa – autobuse koji se rabe u eksploataciji na relacijama u gradskom prometu),
- g) posjedovanje (u pravilu ga nema kod autobusa na relacijama u gradskom prometu) i veličinu prtljažnog prostora, [m³],
- h) vlastitu i najveću dopuštenu masu, [kg],
- i) najveću dopuštenu osovinsku masu, [kg],

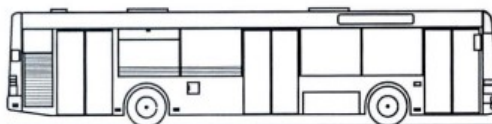
⁹⁶ Ibidem, str. 66.

- j) broj osovina, odnosno broj pogonskih osovina,
- k) konstrukcijsku izvedbu kao minibus, standardni, katni ili zglojni autobus,
- l) vanjsku brzinsku značajku motora,
- m) emisiju CO₂, [g/km]) – s obzirom na pripadajuću EURO normu (za nova vozila proizvedena nakon 1. 1. 2014. obvezna primjena EURO VI norme te gornju granicu od 120 [g/km]),
- n) vrstu transmisije, (posebice vrsta mjenjača: ručni/automatski, broj stupnjeva prijenosa),
- o) smještaj motora – vertikalni ili horizontalni smještaj kod niskopodne (engl. Low-floor izvedbe),
- p) klirens vozila, [m],
- r) najveću brzinu vozila, [km/h].⁹⁷

Na pogonske kotače osobnih automobila, autobusa i motocikla, ako je vozilo opterećeno i u mirovanju na vodoravnoj ravnini, mora pripadati najmanje jedna trećina ukupne mase vozila, odnosno skupa vozila, a na pogonske kotače teretnih i vučnih vozila – najmanje jedna četvrtina ukupne mase vozila ili skupa vozila. Na kotače upravljačke osovine motocikla, osobnih automobila, autobusa, ako je vozilo opterećeno i u mirovanju na vodoravnoj ravnini, mora pripasti najmanje jedna petina ukupne mase vozila.⁹⁸

Prema broju osovina, izvedbi karoserije, duljini i broju putničkih mjesta, gradski autobusi najčešće mogu biti izvedeni u dva osnovna oblika:⁹⁹

- dvoosovinski ili troosovinski s jednodijelnom karoserijom duljine 11-15 m, koji ima 85 do 120 putničkih mjesta i neto masu 9-11 tona te troja dvokrilna vrata (slika 23.)
- zglojni troosovinski s dvodijelnom karoserijom duljine 15-18 m, koji ima 150 do 180 putničkih mjesta i neto masu 15 -17 t te četvora dvokrilna vrata (slika 24.)¹⁰⁰



Slika 22. Dvoosovinski autobus

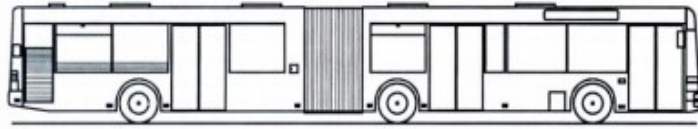
Izvor: Zavada, J: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str.: 8

⁹⁷ Ibidem, str. 66., 67.

⁹⁸ Ibidem, str. 67.

⁹⁹ Zavada, J: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str.: 8.

¹⁰⁰ Ibidem, str. 8.



Slika 23. Troosovinski zglobni autobus

Izvor: : Zavada, J: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str.: 8.

Autobusi se mogu izrađivati i izvan tih osnovnih kategorija, kao što su:

- dvoosovinski s jednodijelnom karoserijom manjih dimenzija (duljine 7,5-10 m) i kapaciteta (40-70 putničkih mjesta), neto mase 7-8,5 t te dvoja vrata,
- zglobni četveroosovinski s trodijelnom karoserijom duljine 22-27 m, koji ima 230 do 300 putničkih mjesta, i neto masu 18-25 t te četvora dvokrilna vrata,
- dvoosovinski i troosovinski trolejbusi na kat s jednodijelnom karoserijom.¹⁰¹

Postoje i posebna rješenja autobusa:

- autobusi s automatskim vođenjem po posebno izrađenoj trasi
- autobusi s daljinskim upravljanjem¹⁰²

Visina autobusa do gornjeg ruba krova može biti u rasponu 2 900-3 300 mm, a najveća širina iznosi 2 450-2 550 mm. Od ukupnog broja putničkih mjesta, oko 20-35 % su sjedeća, a stajuća mjesta se računaju s 5-6 putnika/m². Karoserija autobusa može biti izvedena s glavnim nosivim okvirom (šasijom u klasičnom smislu riječi) ili kao samonosiva konstrukcija. Maksimalna snaga Diesellovih motora za pogon autobusa u rasponu je od 160 do 280 kW, a najveća brzina vrtnje iznosi do 2 500 °/min. Maksimalna brzina vožnje gradskih autobusa najčešće je 90 ili 95 km/h. Transmisija, odnosno prijenosnici snage mogu biti izvedeni kao mehanički, hidromehanički i električni. Mehanički prijenosnici najčešće se izvode s ručnim mjenjačem, a hidromehanički i elektromehanički kao automatski. Gradski autobusi se sve više izrađuju s automatskim prijenosnikom snage zbog čestog zaustavljanja i pokretanja što zahtijeva učestalu promjenu brzine vožnje. Time se oslobađa vozača čestog mijenjanja stupnjeva prijenosa, a zbog izostanka tarne spojke nema njezinog trošenja i povećanih zahtjeva za održavanjem. Na autobusima se primjenjuju zračne i trajne kočnice. Trajne kočnice mogu biti izvedene kao motorne kočnice i usporivači. Oni štite tarne elemente zračnih kočnica od trošenja zbog učestalih zaustavljanja i tako im produljuju vijek trajanja, odnosno smanjuju potrebu za održavanjem.¹⁰³

¹⁰¹ Ibidem, str. 8.

¹⁰² Ibidem, str. 8.

¹⁰³ Ibidem, str. 9.

Autobus je sastavljen od velikog broja dijelova koji se općenito mogu svrstati u tri skupine: šasija, karoserija i oprema. Svaka od tih skupina sadrži određen broj sklopova i uređaja:¹⁰⁴

1. Šasija – u širem smislu riječi obuhvaća:
 - Motor: - osnovni sklop za odvijanje radnog ciklusa
 - uređaji za: - napajanje gorivom
 - podmazivanje
 - hlađenje
 - paljenje (za Ottove motore)
 - Prijenosnik snage : - spojka
 - mjenjač
 - kardansko vratilo
 - pogonski most
 - generator i elektromotori s regulacijskim uređajem – za električni prijenosnik snage
 - Hodni dio: - okvir
 - ovjes
 - osovine s kotačima
 - Uređaj za upravljanje
 - Uređaj za kočenje
 - Elektrooprema: - akumulator
 - alternator
 - elektropokretač
 - rasvjeta i signalizacija
2. Karoserija: - predstavlja nadgradnju šasije za koju se učvršćuje, a služi za smještaj putnika i njihove prtljage. Ona povećava čvrstoću krutost cijelog vozila. Izvodi se kao prostorna rešetka s oplatom i ostakljenim površinama.
3. Oprema: - pokazivači smjera
 - uređaj zvučne signalizacije
 - brisači vjetrobanskog stakla
 - uređaj za pranje vjetrobanskog stakla
 - retrovizori
 - branici
 - rezervni kotač
 - mjerni i pokazni instrumenti
 - pribor i alat¹⁰⁵

Razvoj vozila za javni gradski prijevoz doživljava znatne promjene i unaprjeđenja koja će se predočiti s osnovnim tehničko – eksploatacijskim značajkama. Gradski autobusi sve više koriste električne prijenosnike snage za prijenos snage te regulaciju vučne sile i brzine vožnje.

¹⁰⁴ Zavada, J: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str.: 9.

¹⁰⁵ Ibidem, str. 9.,10.

Također se sve više traže alternativni pogoni, kao što su električna energija i zemni plin. U konstrukciji karoserije opća je tendencija izvedbe s niskim podom zbog lakše pristupačnosti za putnike.¹⁰⁶

4.2. Tehnološke značajke autobusa gradskog tipa

Tehničke značajke autobusa već su u postupku njegove nabavke unaprijed određene njegovom namjenom i prema toj namjeni pojedinim vrstama transportnih usluga u javnom cestovnom putničkom prometu. Tehnološke značajke cestovnih prijevoznih sredstava su tehničke značajke vozila povezane (u manjoj ili većoj mjeri, odnosno izravno ili neizravno) s procesom proizvodnje transportne usluge u prometnom sustavu. Značenje pojedinih tehničkih elemenata vozila u procesu proizvodnje transportne usluge definirano je duljinom transportne relacije, odnosno svrhom putovanja. Sukladno tome, s tehnološkog aspekta proces proizvodnje transportne usluge u cestovnom putničkom prometu moguće je podijeliti na:¹⁰⁷

- tehnologiju prijevoza putnika u gradskom prometu,
- tehnologiju prijevoza putnika u prigradskom prometu,
- tehnologiju prijevoza putnika u međugradskom prometu,
- tehnologiju prijevoza putnika u turističkom prometu.¹⁰⁸

Tehnološke značajke cestovnih putničkih prijevoznih sredstava, kao što je već navedeno, odnose se na njihove tehničke značajke (elemente) koji su od većeg ili manjeg značenja u pružanju transportnih usluga. Poredak, odnosno rang značenja pojedinih značajki mijenja se ovisno o vrsti transportne usluge. Primjerice, ako je kapacitet novonabavljenog autobusa 100 putničkih mjesta, od čega je 25 sjedećih i 75 stajaćih mjesta, s niskopodnom izvedbom putničkog prostora i trojima dvokrilnim vratima, tada ga upravo te tehničke značajke s obzirom na tehnologiju proizvodnje transportne usluge određuju autobusom gradskog tipa. Dakle, njegove tehnološke značajke izravno su vezane za proces proizvodnje transportnih usluga na relacijama u javnom linijskom putničkom gradskom prometu. Transportne usluge s obzirom na specifičnosti tehnologije njihove proizvodnje, generalno se, kao što je već navedeno, mogu podijeliti prema tehnološkom procesu proizvodnje transportnih usluga na linijski gradski putnički transport, linijski prigradski putnički transport, linijski međugradski putnički transport i transportne usluge u turističkom prometu. Tehnološka podjela prijevoznih sredstava u javnom cestovnom putničkom prometu, kao i njihove tehnološke značajke istovjetne su prethodnoj podjeli transportnih usluga. Sukladno tome, tehnološke značajke

¹⁰⁶ Ibidem, str. 10.

¹⁰⁷ Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, 2017., str. 67.

¹⁰⁸ Ibidem, str. 67.

putničkih cestovnih prijevoznih sredstava također izravno ili neizravno u većoj ili manjoj mjeri određuju razinu efikasnosti procesa proizvodnje transportne usluge s jedne strane (broj prevezenih putnika, proizvodnost rada) dok s druge strane izravno doprinose ekonomičnosti poslovanja transportnih poduzeća. 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:¹⁰⁹

- 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.¹¹⁰

Pokazatelji se definiraju odnosom dviju ili više veličina (primjerice, specifična snaga vozila određena je omjerom efektivne snage pogonskog motora vozila i najveće dopuštene mase tog prijevoznog sredstva) dok koeficijenti predstavljaju omjer koji uključuje jednu izučavanu veličinu (primjerice, koeficijent tehničke ispravnosti voznog parka jednak je omjeru broja tehnički ispravnih u odnosu na njihov ukupan inventarski broj ili koeficijent nultog prijeđenog puta jednak je omjeru nultog puta i ukupnoga prijeđenog puta za neko vozilo ili vozni park). S obzirom na njihov utjecaj na proces proizvodnje transportne usluge, zanimljivo je izdvojiti sljedeće tehničke veličine, tehnološke pokazatelje, odnosno koeficijente:¹¹¹

- pokazatelj specifične snage vozila – N_s [kW/t] – omjer efektivne snage motora (P_e) i najveće dopuštene mase vozila (M). Ima bitan utjecaj na dinamička svojstva vozila.¹¹²

¹⁰⁹ Ibidem, str. 67., 68.

¹¹⁰ Ibidem, str. 68.

¹¹¹ Ibidem, str. 68., 69.

¹¹² Ibidem, str. 69.

$$N_s = \frac{P_e}{M} \left[\frac{kW}{t} \right] \quad (1)$$

➤ pokazatelj omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora – $\eta_{s\text{ndm}}$ [kg/kW] – izračunava se kao omjer vlastite mase i efektivne snage motora vozila, a izražava se mjernom jedinicom [kg/KW]. Omjer vlastite mase vozila i snage motora recipročna je vrijednost pokazatelja specifične snage, također povezan s utjecajem na dinamička svojstva vozila.¹¹³

$$\eta_{s\text{ndm}} = \frac{m}{P_e} \left[\frac{kg}{kW} \right] \quad (2)$$

➤ kapacitet autobusa Q – jednak je najvećem broju putnika pri punom iskorištenju konstrukcijski predviđenih putničkih mjesta (stajuća i sjedeća, odnosno samo sjedeća ovisno o vrsti nadgradnje autobusa). Kapacitet autobusa Q [PM] jednak je sumi Q_{st} (ukupnog broja stajućih mjesta [PM_{st}]) i Q_{sj} (ukupnog broja sjedećih mjesta [PM_{sj}]) sukladno propisanim standardima i minimalnom razinom udobnosti putnika kad je u pitanju donja granica, odnosno iznad toga ovisno o željenoj razini udobnosti i kvalitete transportne usluge.¹¹⁴

$$Q = Q_{st} + Q_{sj} \text{ [PM]} \quad (3)$$

➤ pokazatelj kompaktnosti – η_k [PM/m²] je omjer kapaciteta Q izražen u putničkim mjestima (u daljem tekstu mjerna jedinica [PM]) koji čini zbroj sjedećih Q_{sj} (u daljem tekstu mjerna jedinica [PM_{sj}]) i Q_{st} stajućih mjesta (u daljem tekstu mjerna jedinica [PM_{st}]) s gabaritnom površinom vozila, odnosno površinom putničkog prijevoznog sredstva – P_g (koja je jednaka umnošku vanjske izmjere duljine – L i širine – B vozila).¹¹⁵

Napomena 1) Kod autobusa, kompaktnost se izračunava omjerom kapaciteta Q i ukupne površine namijenjene putnicima i standarda propisanog za smještaj jednog putnika u vozilu, pri čemu se za jednog putnika u autobusu u gradskom prometu uzima normativ od 0,12 do 0,15 m² za površine namijenjene stajanju i 0,315 m² za sjedenje.¹¹⁶

$$Q[\text{PM}] = Q_{sj} [\text{PM}_{sj}] + Q_{st} [\text{PM}_{st}] \quad (4)$$

$$\eta_k = \frac{Q}{P_g} = \frac{Q}{LxB} \text{ [PM/m}^2\text{]} \quad (5)$$

Napomena 2) Pokazatelj kompaktnosti izravno je povezan s razinom udobnosti putnika. Vrijednost ovoga pokazatelja i njegovo značenje obrnuto je proporcionalno duljini transportne relacije.¹¹⁷

¹¹³ Ibidem, str. 69.

¹¹⁴ Ibidem, str. 69.

¹¹⁵ Ibidem, str. 69., 70.

¹¹⁶ Ibidem, str. 70.

¹¹⁷ Ibidem, str. 70.

➤ pokazatelj površine (gabaritne) po putničkom mjestu – η_{ppm} [m^2 /PM]¹¹⁸

$$\eta_{ppm} = \frac{P_g}{Q} = \frac{LxB}{Q} [m^2 /PM] \quad (6)$$

Napomena: Viša vrijednost ovog pokazatelja ukazuje na višu razinu udobnosti putnika tijekom vožnje.¹¹⁹

➤ koeficijent iskorištenja mase vozila – k_m je omjer vlastite mase (m) i najveće dopuštene mase prijevoznog sredstva (M)¹²⁰

$$k_m = \frac{m}{M} \quad (7)$$

Napomena: Niža ili viša vrijednost ovoga koeficijenta povezana je primarno s ekonomičnošću proizvodnje transportne usluge, prije svega kroz prosječnu potrošnju energije bilo po jedinici prijeđenog puta ili prevezenom putniku te proizvodnošću rada iskazanoj brojem prevezenih putnika po zaposlenom ili voznoj jedinici.¹²¹

➤ koeficijent sjedećih mjesta – k_s – pokazuje odnos broja sjedećih (PM_{sj}) i ukupnog broja putničkih mjesta (PM), a izračunava se samo za autobuse gradskoga i prigradskog tipa¹²²

$$k_s = \frac{Q_{sj}}{Q} \quad (8)$$

Napomena: Viša vrijednost ovoga koeficijenta ukazuje na višu razinu udobnosti i sigurnosti putnika. Na gradskim linijama s izraženom neravnomjernošću protoka putnika (distribucija po satima tijekom dana) upotrebljavaju se vozila s niskom vrijednošću k_s = od 0,2 do 0,35. Ta vrijednost dobije se rasporedom po jednog reda sjedala s obje bočne strane ili kombinacijom jednog reda s jedne strane i s druge strane reda parova sjedala. Na linijama s ravnomjernijim protokom putnika viša razina udobnosti postiže se izvedbom putničkog prostora razmještajem parova sjedala na obje bočne strane autobusa gledano u smjeru vožnje (k_s = od 0,5 do 0,6). Kod prigradskih autobusa na kraćim linijama povoljan raspored mogao bi biti kombinacija bočnog niza s jednim sjedalom i reda parova sjedala na krajnjim bočnim stranama vozila (gledano u smjeru vožnje).¹²³

➤ vanjska (gabaritna) površina – P_g – predstavlja umnožak duljine L i širine B vozila [m^2].¹²⁴

¹¹⁸ Ibidem, str. 70.

¹¹⁹ Ibidem, str. 70.

¹²⁰ Ibidem, str. 70.

¹²¹ Ibidem, str. 70., 71.

¹²² Ibidem, str. 71.

¹²³ Ibidem, str. 71.

¹²⁴ Ibidem, str. 71.

Pokazatelj kompaktnosti autobusa međugradskog i turističkog tipa preciznije je moguće izraziti omjerom ukupnog broja sjedećih mjesta i korisne površine putničkog prostora. Korisnom površinom kod tih tipova autobusa smatra se površina koju zauzimaju sjedeća mjesta i prostor za smještaj nogu ispred sjedala. Pritom površine ispred vrata i površina središnjeg hodnika za prolaz putnika nisu uključene u korisnu putničku površinu. Kod autobusa gradskog i prigradskog tipa korisnu površinu čine površine ispod sjedećih mjesta zajedno s površinom namijenjenom stajanju i prolazu putnika. Svako sjedalo raspolaže potrebnim prostorom (po visini, dubini i širini te razmaku od drugog sjedala) prema predviđenoj razini udobnosti (sukladno zakonskim propisima). Dimenzije sjedala autobusa međugradskog i turističkog tipa veće su (zbog zahtijevane više razine udobnosti i bitno duljih transportnih relacija) u odnosu na sjedala autobusa prigradskog i gradskog tipa. Odnos snage motora izražene u kilovatima i najveće dopuštene mase vozila izražene u tonama mora biti: ¹²⁵

- za osobne automobile, kombinirane automobile i motocikle – najmanje 15 kW/t;
- za prijevoz osoba – najmanje 15 kW/t;
- za autobuse, osim autobusa zglobnoga konstrukcijskog sastava – najmanje 9 kW/t;
- za zglobne autobuse – najmanje 6 kW/t
- za vozila na električni pogon s napajanjem iz vlastitog izvora električne energije: za vozila namijenjena prijevozu osoba najmanje 3 kW/t. ¹²⁶

Visina poda putničkog prostora (na ulazima i/ili u cijeloj duljini), broj vrata (brzina otvaranja vrata) i njihova širina utječu na brzinu izmjene (ulaska i izlaska) putnika. Te tehnološke značajke posebno su značajne na relacijama u gradskom i prigradskom linijskom putničkom prometu. ¹²⁷

¹²⁵ Ibidem, str. 71., 72.

¹²⁶ Ibidem, str. 72.

¹²⁷ Ibidem, str. 72.

5. USPOREDBA TEHNIČKO–TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI AUTOBUSA GRADSKOG TIPA RAZLIČITIH MARKI I KAPACITETA

U gradskom prijevozu putnika postoje značajke statičkih i dinamičkih linija. U statičke se definiraju terminali, trase, stajališta koja podrazumijevaju izmjenu putnika dok u dinamičke spada broj vozila na liniji, frekvencija te vrijeme obrta.

Ocjena značenja tehnoloških značajki autobusa koje izravno utječu na uspješnost i kvalitetu obavljenog rada je brzina izmjena putnika na stajalištima (ovisno o niskopodnosti, broju vrata, širini vrata itd.) koju je potrebno maksimizirati dok je ukupno vrijeme obrta autobusa na liniji (ovisno o snazi motora povezano s vanjskom brzinskom značajkom motora) potrebno minimizirati.

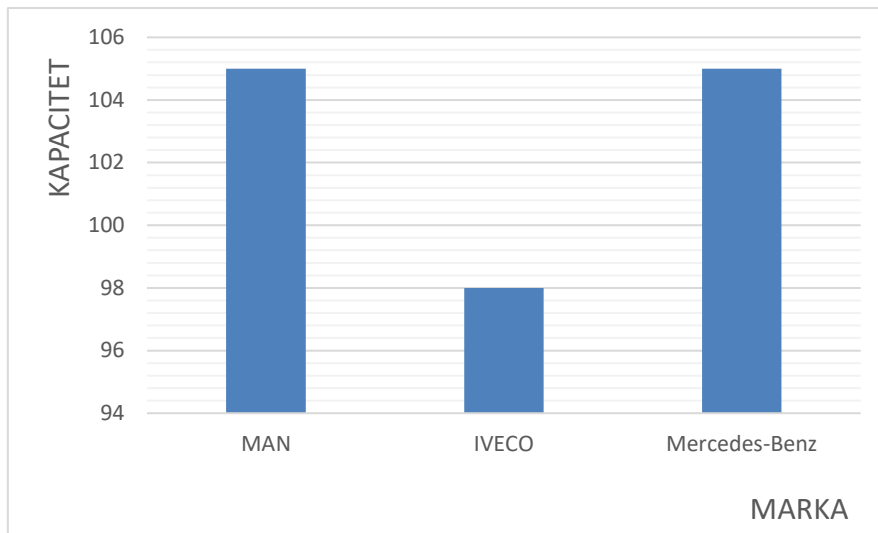
Bitna tehnološka značajka s obzirom na vozača je izvedba transmisije odnosno da li je manualni ili automatski prijenos brzine. Automatski prijenos brzine podiže dinamička svojstva i sigurnost te bolju percepciju okruženja, smanjenje radnog opterećenja te sigurnost pri izmjeni putnika na stajalištu.

U nastavku rada prikazat će se tehničko – tehnološke značajke autobusa MAN-a, IVECO-a te Mercedes-a.

Tablica 5. Tehnološke značajke standardnog autobusa gradskog tipa modela marke MAN Lion's City, IVECO Urbanway, Mercedes-Benz Citaro

Tehnički podaci	Modeli		
	MAN Lion's City Niskopodni standardni	IVECO Urbanway Niskopodni standardni	Mercedes-Benz Citaro Niskopodni standardni
1.) Duljina (m)	11,98 (m)	12 (m)	11,950 (m)
2.) Širina (m)	2,50 (m)	2,50 (m)	2,550 (m)
3.) Međuosovinski razmak kotača (m)	5,875 (m)	6,120 (m)	5,845 (m)
4.) Unutarnja visina	2,318 (m)	2,378 (m)	2,313 (m)
5.) Prednja/Stražnja vrata – visina praga	0,32/0,33/0,34 (m)	0,32/0,33/0,34 (m)	0,32/0,33/0,34 (m)
6.) Najveća dopuštena masa	16 145 kg	19 000 kg	19 000 kg
7.) Motor	235 kW; 320 [KS] 1600 Nm kod 1100 o/min 6 cilindara u liniji smješten poprečno straga	213 kW; 290 [KS] 1100 Nm kod 1100 o/min 6 cilindara u liniji smješten poprečno straga	210 kW; 285 KS) 1120 Nm kod 1200 o/min 6 cilindara u liniji smješten poprečno straga
8.) Mjenjač	Automatski mjenjač ZF – 6 stupnjeva prijenosa Voith Diva 6 – 4 stupnja prijenosa	Automatski mjenjač ZF – 6 stupnjeva prijenosa Voith Diva 6 – 4 stupnja prijenosa	Automatski mjenjač ZF – 6 stupnjeva prijenosa Voith Diva 6 – 4 stupnja prijenosa
9.) Izvedba vrata	Troja dvokrilna vrata	Dvoja ili troja dvokrilna vrata	Dvoja ili troja dvokrilna vrata
10.) Kapacitet [PM]	Ukupno 105 PM	Ukupno 98 PM	Ukupno 105 PM
10.1.) PM stajaća	77 PM	75 PM	77 PM
10.2.) PM sjedeća	28 PM	23 PM	28 PM
11.) N_s [kW/t]	14,56	11,21	11,05
12.) $\eta_{s\text{ndm}}$ [kg/kW]	68,7	89,2	90,48
13.) P_g [m ²]	29,95	30	30,47
14.) η_k [PM/m ²]	2,87	3,3	3,45
15.) η_{ppm} [m ² /PM]	0,35	0,3	0,29

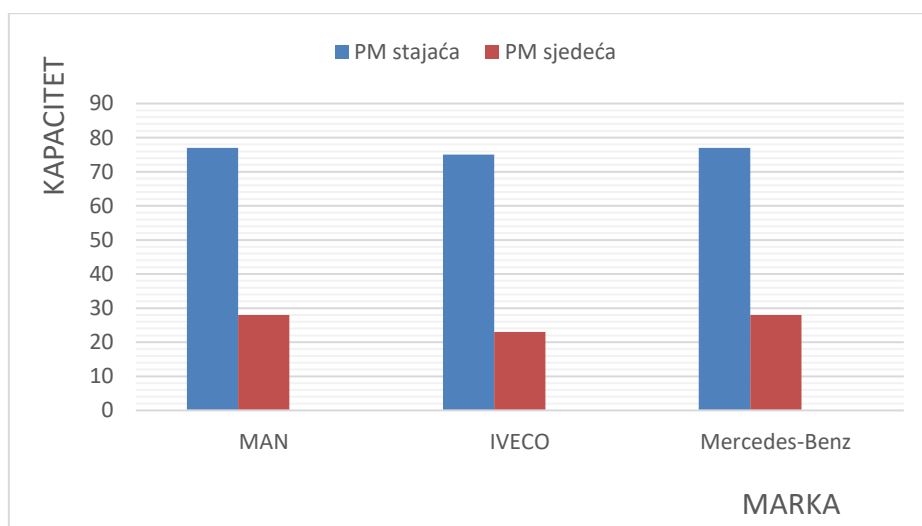
Izvor: www.bus.man.eu/hr/hr/index.html, www.mercedes-benz.com.sg, Komercijalni prospekti proizvođača marke Iveco, siječanj, 2018.



Grafikon 2. Odnos kapaciteta autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz

Izvor: Tablica 5.

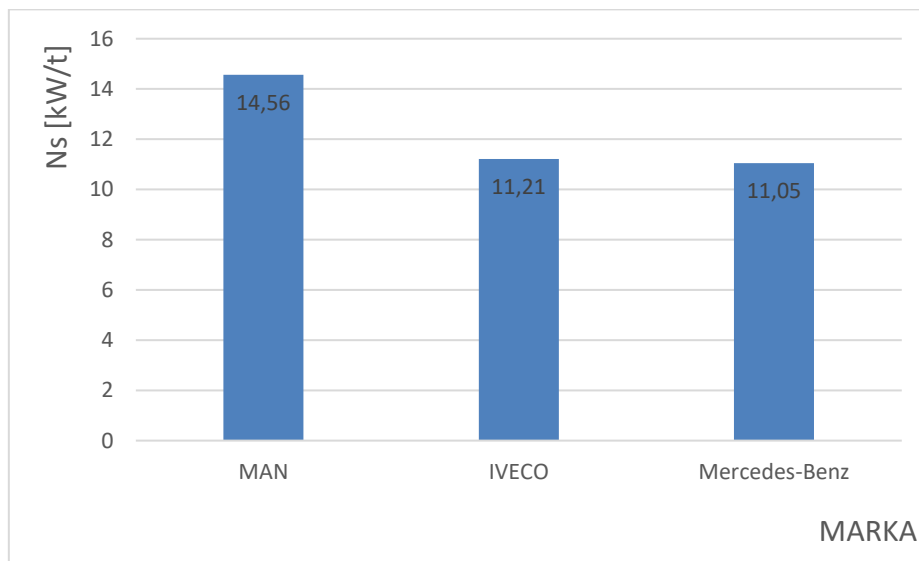
Temeljem podataka iz tablice 5. na grafikonu 2. prikazana je usporedba kapaciteta putničkih mjesta između različitih marki niskopodnih standardnih autobusa. MAN i Mercedes-Benz autobusi imaju jednak kapacitet putničkih mjesta dok IVECO autobus ima 7 % manje kapaciteta.



Grafikon 3. Odnos kapaciteta stajaćih i sjedećih putničkih mjesta autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz

Izvor: Tablica 5.

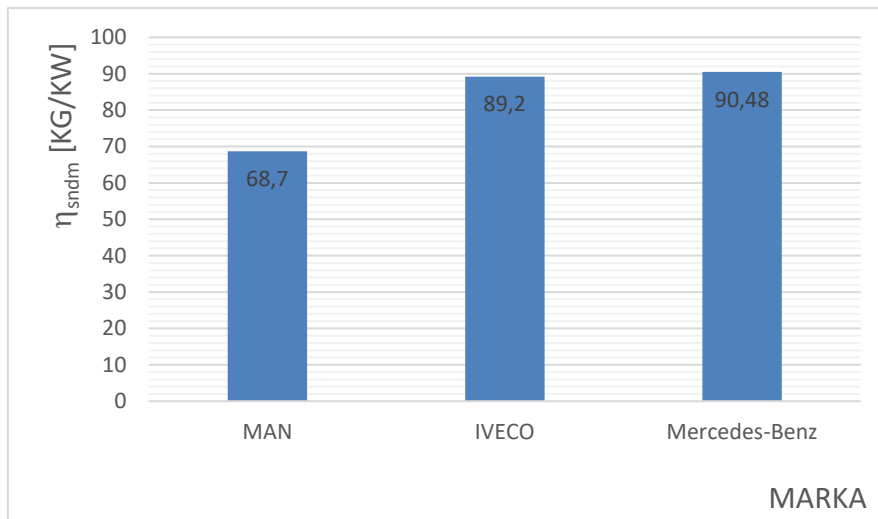
Temeljem podataka iz tablice 5. na grafikonu 3. prikazana je usporedba stajaćih i sjedećih putničkih mjesta između različitih marki niskopodnih standardnih autobusa. MAN i Mercedes-Benz imaju jednak broj stajaćih mjesta odnosno 3 % više od IVECO autobusa. Broj sjedećih mjesta je također jednak kod MAN i Mercedes-Benz autobusa odnosno 22 % više nego kod IVECO autobusa.



Grafikon 4. Odnos specifične snage vozila autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercedes-Benz

Izvor: Tablica 5.

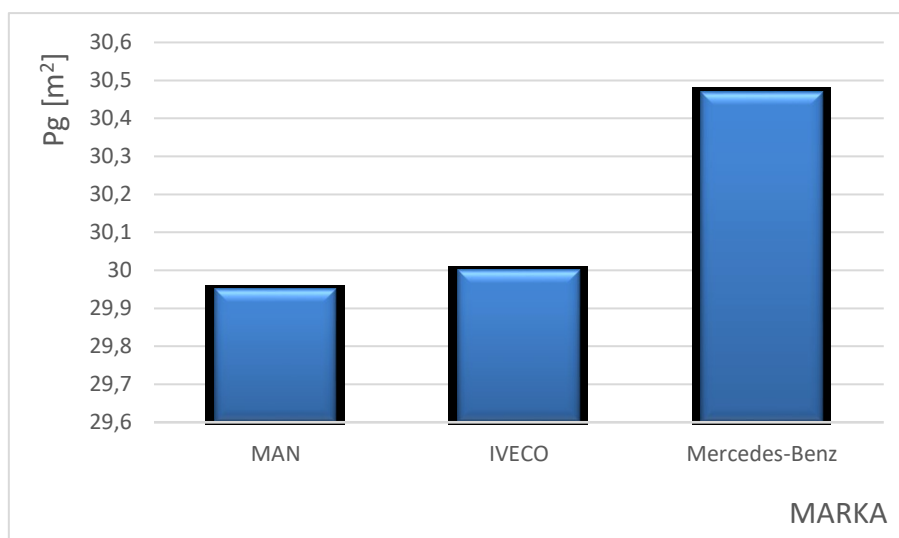
Na grafikonu 4. je prikazan odnos specifične snage vozila N_s [kW/t] između različitih marki niskopodnih standardnih autobusa. Najveću vrijednost specifične snage ima autobus marke MAN odnosno 30 % veću od IVECO autobusa te 32 % veću od Mercedes-Benz autobusa.



Grafikon 5. Odnos pokazatelja omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz

Izvor: Tablica 5.

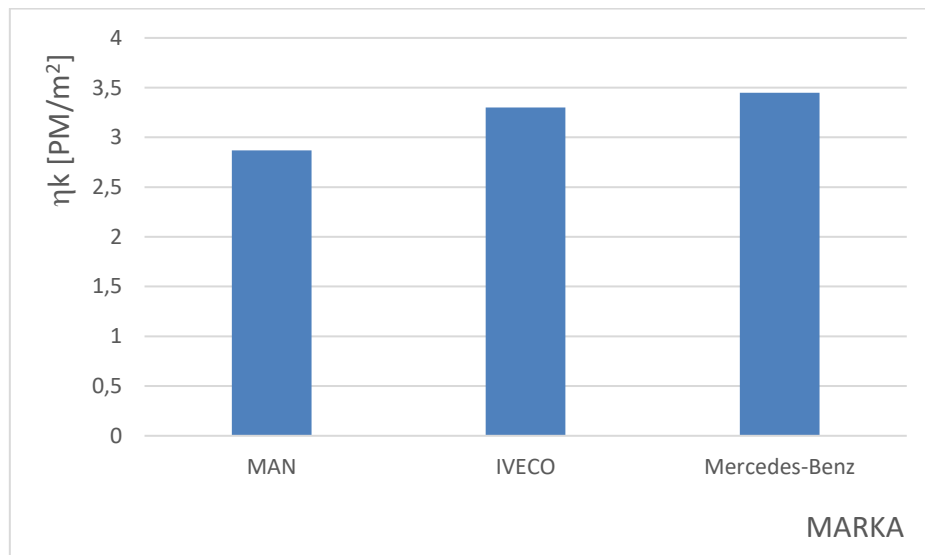
Na grafikonu 5. temeljem podataka iz tablice 5. prikazan je odnos pokazatelja omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora η_{sndm} [kg/kW] između različitih marki niskopodnih standardnih autobusa. Najveću vrijednost ima Mercedes-Benz autobus, 32 % veću vrijednost od MAN-a te 1,5 % veću od IVECO autobusa.



Grafikon 6. Odnos pokazatelja autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercedes-Benz prema vanjskoj gabaritnoj površini

Izvor: Tablica 5.

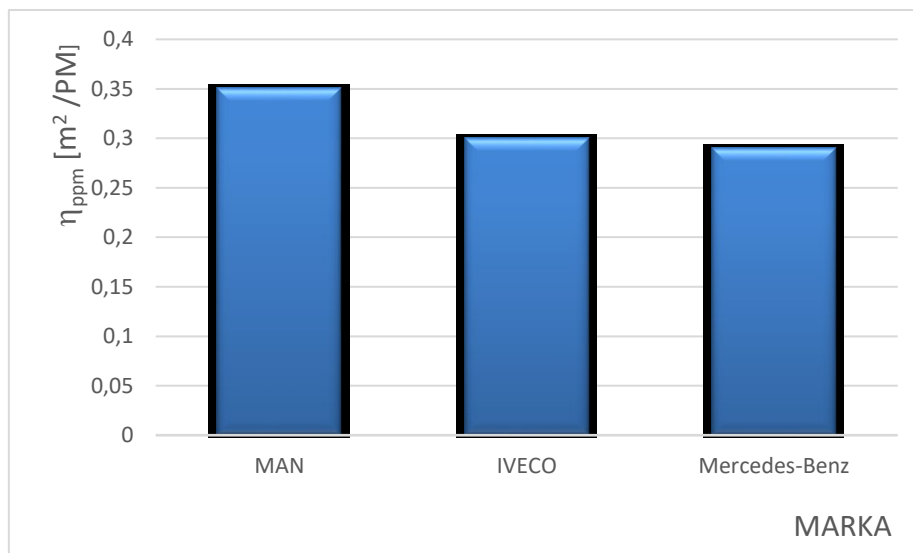
Temeljem podataka iz tablice 5. na grafikonu 6. je prikazan odnos između gabaritnih površina P_g [m²] između različitih marki niskopodnih standardnih autobusa. Duljina i širina niskopodnih standardnih autobusa između prikazane tri marke je približno jednaka te Mercedes-Benz ima 2 % veće gabaritne površine od MAN-a i IVECO-a.



Grafikon 7. Pokazatelj kompaktnosti između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercedes-Benz

Izvor: Tablica 5.

Temeljem podataka iz tablice 5. na grafikonu 7. je prikazan pokazatelj kompaktnosti η_k [PM/m²] između različitih marki niskopodnih standardnih autobusa. Najveću vrijednost ima Mercedes-Benz i to 20 % veću od MAN autobusa te 4,5 % veću od IVECO autobusa.



Grafikon 8. Pokazatelj površine po putničkom mjestu između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz

Temeljem podataka iz tablice 5. na grafikonu 8. je prikazan odnos pokazatelja površine po putničkom mjestu $\eta_{ppm} [m^2/PM]$ između različitih marki niskopodnih standardnih autobusa. Najveću vrijednost ima autobus marke MAN koji ima 17 % veću vrijednost od IVECO autobusa te 21 % veću vrijednost od Mercedes-Benz autobusa.

Tablica 6. Poredak prema vrijednosti tehnoloških pokazatelja standardnog autobusa gradskog tipa marke MAN Lion's City, IVECO Urbanway, Mercedes-Benz Citaro

Marka	Kapacitet	Kapacitet stajaćih PM	Kapacitet sjedećih PM	N_s	η_{sndm}	P_g	η_k	η_{ppm}
MAN Lion's City	1	1	1	1	3	3	3	1
IVECO Urbanway	2	2	2	2	2	2	2	2
Mercedes-Benz Citaro	1	1	1	3	1	1	1	3

- N_s [kW/t] - pokazatelj specifične snage vozila
- η_{sndm} [kg/kW] - pokazatelj omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora
- P_g [m²] - pokazatelj prema vanjskoj gabaritnoj površini
- η_k [PM/m²] - pokazatelj kompaktnosti
- η_{ppm} [m²/PM] - pokazatelj površine (gabaritne) po putničkom mjestu

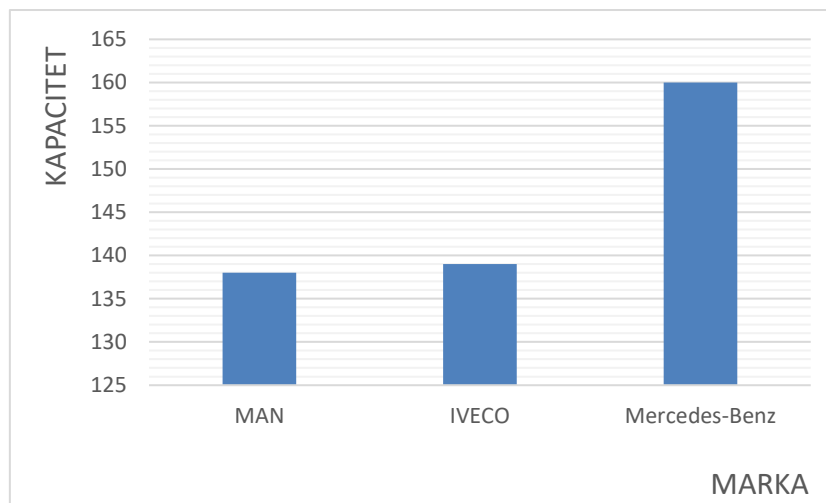
U tablici 6. autor je ocjenjivao tehnološke pokazatelje koji su ranije bili analizirani na taj način da najbolje ocijenjeni nosi devet bodova, drugi po redu ponder nosi pet bodova, a zadnji po tom kriteriju nosi jedan bod.

Temeljem prethodno provedene analize ponderiranjem vrijednosti tehnoloških pokazatelja moguće je definirati poredak, prema kojem najbolje ispunjava kriterije autobus marke Mercedes-Benz Citaro (56 ponderiranih bodova), zatim je na drugom mjestu MAN Lion's City (48 ponderiranih bodova) te posljednji IVECO Urbanway (40 ponderiranih bodova).

Tablica 7. Tehnološke značajke zglobnog autobusa gradskog tipa modela marke MAN Lion's City GL CNG, IVECO Urbanway, Mercedes-Benz Citaro G

Tehnički podaci	Modeli		
	MAN Lion's City GL CNG Niskopodni zglobni	IVECO Urbanway Niskopodni zglobni	Mercedes-Benz Citaro G Niskopodni zglobni
1.) Duljina (m)	18,75 (m)	18 (m)	17,940 (m)
2.) Širina (m)	2,50 (m)	2,50 (m)	2,550 (m)
3.) Međuosovinski razmak kotača (m)	5,875/6,670 (m)	5,355/6,675 (m)	5,990 (m)
4.) Unutarnja visina	2,378 (m)	2,378 (m)	2,313 (m)
5.) Prednja/Stražnja vrata – visina praga	0,32/0,33/0,34 (m)	0,32/0,33/0,34 (m)	0,32/0,33/0,34 (m)
6.) Najveća dopuštena masa	28 000 kg	30 000 kg	29 000 kg
7.) Motor	228 kW; [310 KS] 1300 Nm kod 1100 o/min 6 cilindara u liniji smješten poprečno straga	243 kW; [330 KS] 1300 Nm kod 1100 o/min 6 cilindara u liniji smješten poprečno straga	220 kW; [300ks] 1250 Nm kod 1100 o/min 6 cilindara u liniji smješten poprečno straga
8.) Mjenjač	Automatski mjenjač ZF – 6 stupnjeva prijenosa Voith Diwa 6 – 4 stupnja prijenosa	Automatski mjenjač ZF Voith Diwa6	Automatski mjenjač ZF – 6 stupnjeva prijenosa Voith Diva 6 – 4 stupnja prijenosa
9.) Izvedba vrata	Petero vrata	Troja ili četvero vrata	Troja ili četvero vrata
10.) Kapacitet [PM]	Ukupno 138 PM	Ukupno 139 PM	Ukupno 160 PM
10.1.)PM stajaća	100 PM	110 PM	118 PM
10.2.)PM sjedeća	38 PM	29 PM	42 PM
11.) N_s [kW/t]	8,14	8,1	7,59
12.) $\eta_{s\text{ndm}}$ [kg/kW]	122,81	123,46	131,82
13.) P_g [m ²]	46,875	45	45,75
14.) η_k [PM/m ²]	2,944	3,1	3,497
15.) η_{ppm} [m ² /PM]	0,34	0,32	0,29

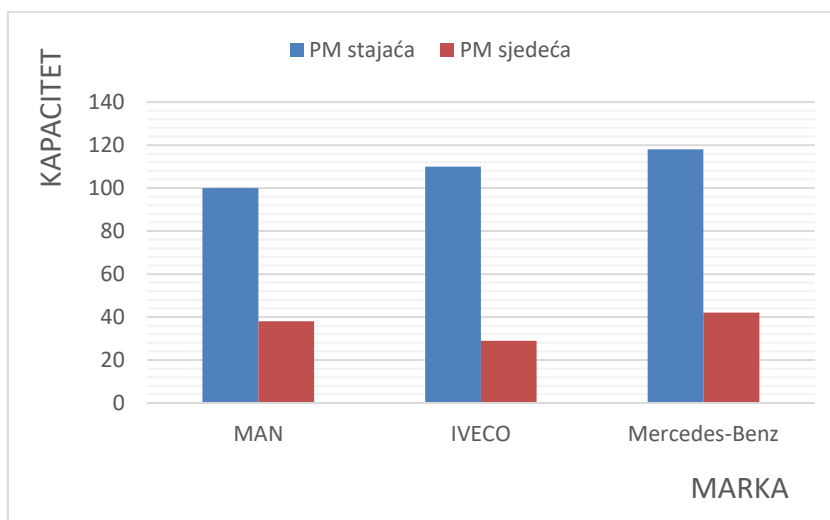
Izvor: www.bus.man.eu/hr/hr/index.html, www.mercedes-benz.com.sg, Komercijalni prospekti proizvođača marke Iveco, siječanj, 2018.



Grafikon 9. Odnos kapaciteta autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz

Izvor: Tablica 6.

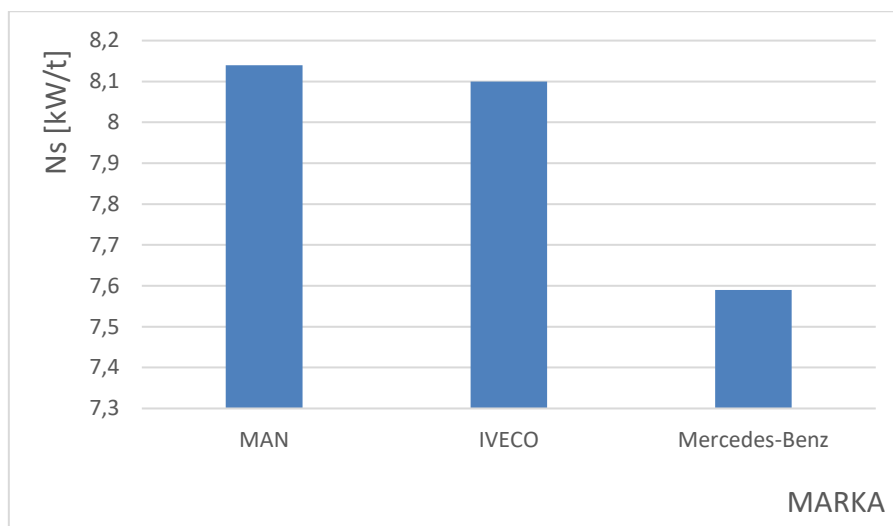
Temeljem podataka iz tablice 6. na grafikonu 9. prikazana je usporedba kapaciteta putničkih mjesta između različitih marki niskopodnih zglobnih autobusa. Najveći kapacitet putničkih mjesta ima zglobni autobus Mercedes-Benz i to 16 % veći kapacitet od MAN autobusa te 15 % veći od IVECO autobusa.



Grafikon 10. Odnos kapaciteta stajaćih i sjedećih putničkih mjesta autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz

Izvor: Tablica 6.

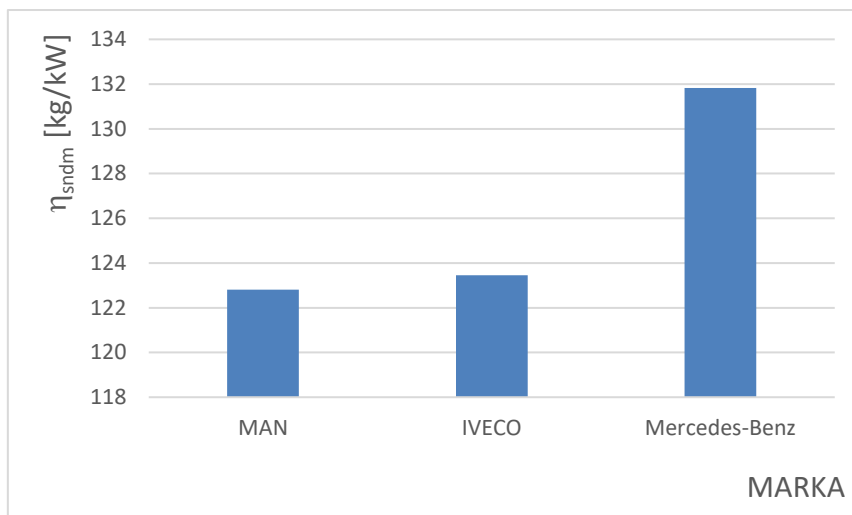
Temeljem podataka iz tablice 6. na grafikonu 10. prikazana je usporedba stajaćih i sjedećih putničkih mjesta između različitih marki niskopodnih zglobnih autobusa. Mercedes-Benz autobus ima najveći broj stajaćih mjesta odnosno 18 % više od MAN autobusa te 7 % više od IVECO autobusa. Broj sjedećih mjesta je također najveći kod Mercedes-Benz autobusa odnosno 10,5 % veći nego kod MAN autobusa te 45 % veći od IVECO autobusa.



Grafikon 11. Odnos specifične snage vozila autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercedes-Benz

Izvor: Tablica 6.

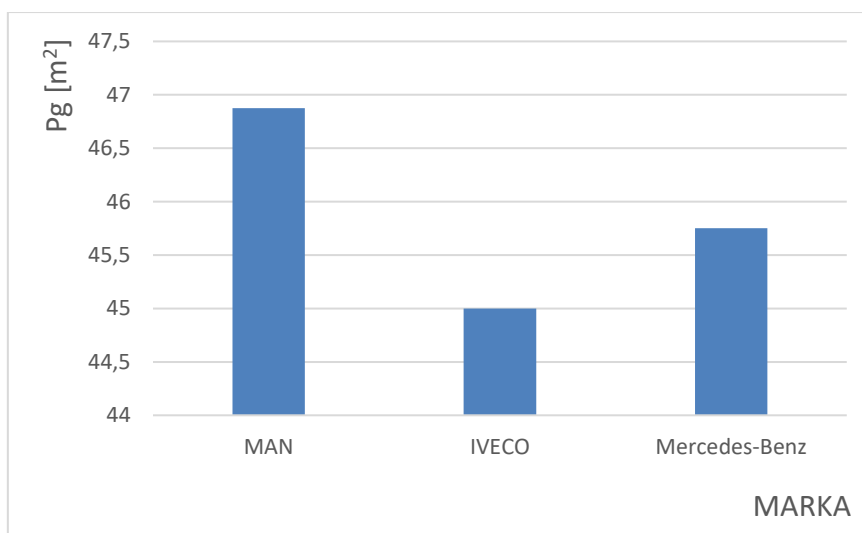
Na grafikonu 11. je prikazan odnos specifične snage vozila N_s [kW/t] između različitih marki niskopodnih zglobnih autobusa. Najveću vrijednost specifične snage ima autobus marke MAN odnosno 0,5 % veću od IVECO autobusa te 7 % veću od Mercedes-Benz autobusa.



Grafikon 12. Odnos pokazatelja omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz

Izvor: Tablica 6.

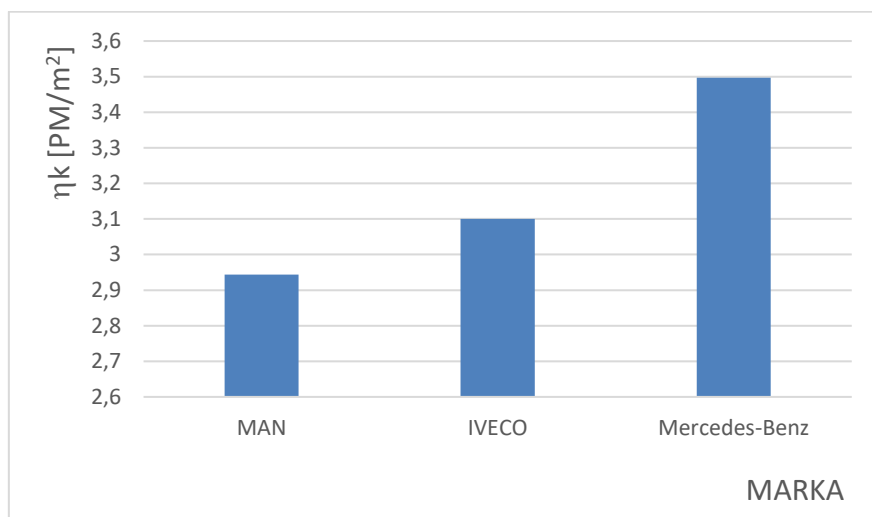
Na grafikonu 12. temeljem podataka iz tablice 6. prikazan je odnos pokazatelja omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora $\eta_{s_{ndm}}$ [kg/kW] između različitih marki niskopodnih zglobnih autobusa. Najveću vrijednost ima Mercedes-Benz autobus čija je vrijednost veća za 7 % od MAN i IVECO autobusa.



Grafikon 13. Odnos pokazatelja autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercedes-Benz prema vanjskoj gabaritnoj površini

Izvor: Tablica 6.

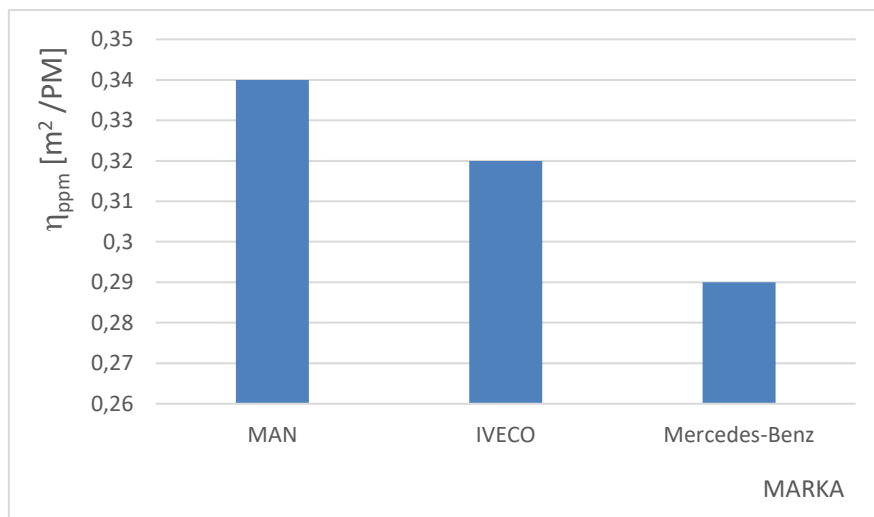
Temeljem podataka iz tablice 6. na grafikonu 13. je prikazan odnos između gabaritnih površina P_g [m²] između različitih marki niskopodnih zglobnih autobusa. Duljina i širina niskopodnih zglobnih autobusa između prikazane tri marke je približno jednaka te MAN autobus ima 4 % veće gabaritne površine od IVECA te 2,5 % veće od Mercedes-Benz autobusa.



Grafikon 14. Pokazatelj kompaktnosti između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercedes-Benz

Izvor: Tablica 6.

Temeljem podataka iz tablice 6. na grafikonu 14. je prikazan pokazatelj kompaktnosti η_k [PM/m²] između različitih marki niskopodnih zglobnih autobusa. Najveću vrijednost ima Mercedes-Benz i to 19 % veću od MAN autobusa te 13 % veću od IVECO autobusa.



Grafikon 15. Pokazatelj površine po putničkom mjestu između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz

Izvor: Tablica 6.

Temeljem podataka iz tablice 6. na grafikonu 15. je prikazan odnos pokazatelja površine po putničkom mjestu η_{ppm} [m²/PM] između različitih marki niskopodnih zglobnih autobusa. Najveću vrijednost ima autobus marke MAN koji ima 6 % veću vrijednost od IVECO autobusa te 17 % veću vrijednost od Mercedes-Benz autobusa.

Tablica 8. Poredak prema vrijednosti tehnoloških pokazatelja zglobnog autobusa gradskog tipa marke MAN Lion's City GL CNG, IVECO Urbanway , Mercedes-Benz Citaro G

Marka	Kapacitet	Kapacitet stajaćih PM	Kapacitet sjedećih PM	N _s	η_{sndm}	P _g	η_k	η_{ppm}
MAN Lion's City GL CNG	3	3	2	1	3	1	3	1
IVECO Urbanway	2	2	3	2	2	3	2	2
Mercedes-Benz Citaro G	1	1	1	3	1	2	1	3

Kao i u tablici 6. gdje su date vrijednosti tehnoloških pokazatelja standardnih autobusa na isti način su date ocjene tehnoloških pokazatelja za zglobne autobuse čije su ocjene prikazane u tablici 8. Temeljem prethodno provedene analize ponderiranjem vrijednosti tehnoloških pokazatelja moguće je definirati poredak prema kojem najbolje ispunjava kriterije autobus marke Mercedes-Benz Citaro G (52 ponderirana boda), zatim je na drugom mjestu MAN Lion's City GL CNG (36 ponderiranih bodova) te IVECO (32 ponderirana boda).

6. DEFINIRANJE MODELA AUTOBUSA OPTIMALNIH TEHNIČKO -TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI U GRADSKOM PROMETU

Definiranje modela autobusa optimalnih tehničko – tehnoloških značajki u gradskom prometu provedeno je pomoću AHP (Analitički hijerarhijski proces) metode. AHP metoda omogućava fleksibilnost procesa odlučivanja i pomaže donositeljima odluke postaviti prioritete, te donijeti najbolju odluku uzevši u obzir i kvalitativne i kvantitativne aspekte odluke. Koristi se u cilju rješavanja kompleksnih problema odlučivanja, kada postoji veći broj kriterija. Osnovna prednost ove metode očituje se u mogućnosti prilagodbe donositelja odluke u smislu broja atributa, odnosno kriterija i varijanata o kojima se istovremeno odlučuje, a koje je moguće opisati i kvantitativno i kvalitativno.¹²⁸

Rješavanje složenih problema odlučivanja pomoću ove metode temelji se na njihovom rastavljanju na niz “manjih“, lakše rješivih problema koji se nakon toga hijerarhijski rangiraju. Osnovne komponente na koje se problem rastavlja su: cilj, kriteriji i varijante. Navedeni elementi se zatim povezuju u model s više razina (hijerarhijsku strukturu) pri čemu je na vrhu cilj, a na prvoj nižoj razini su glavni kriteriji. Kriteriji se mogu rastaviti na potkriterije, a na najnižoj razini nalaze se varijante. Nakon hijerarhijske dekompozicije osnovnog problema, primjenjuje se matematički model pomoću kojega se računaju prioriteta (težine) elemenata koji su na istoj razini hijerarhijske strukture.¹²⁹

Kod AHP metode koriste se omjerne skale. Najpoznatija je tzv. Saatyjeva skala koja ima pet stupnjeva intenziteta i četiri međustupnja. Kriteriji se međusobno uspoređuju u parovima u odnosu na to koliko puta je jedan od njih važniji za mjerenje postizanja cilja od drugog, dok se alternative međusobno uspoređuju u parovima po svakom od kriterija procjenjujući u kojoj mjeri se po tom kriteriju jedan od njih daje prednost u odnosu na drugu.¹³⁰

¹²⁸ Barić, D.: Nastavni materijali iz kolegija: Vrednovanje cestovnih projekata, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu, akademska godina 2017/2018.

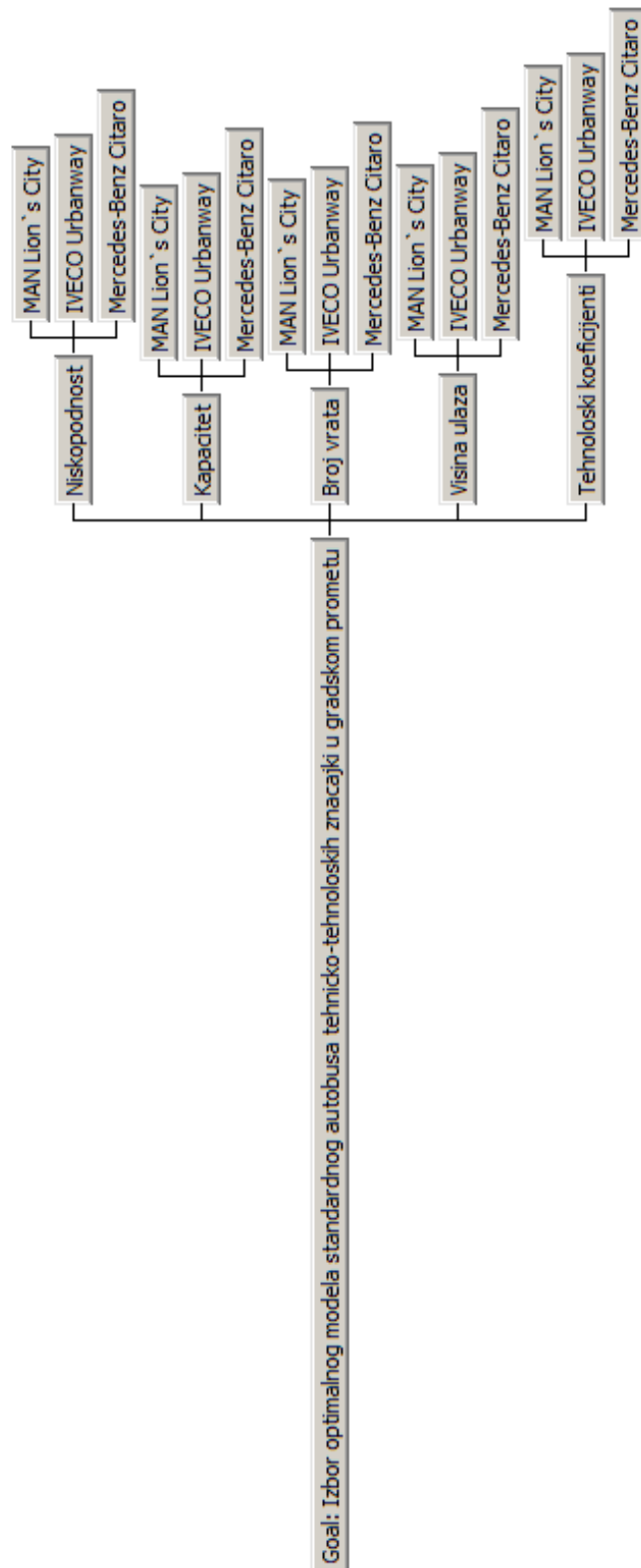
¹²⁹ Ibidem

¹³⁰ Ibidem

Intenzitet važnosti	Skala	Objašnjenje
1	Jednako važno	Dva atributa jednako pridonose cilju
3	Umjereno važnije	Umjerena prednost jednom atributu u odnosu na drugi
5	Strogo važnije	Strogo se favorizira jedan atribut u odnosu na drugi
7	Vrlo stroga, dokazana važnost	Jedan atribut izrazito se favorizira u odnosu na drugi
9	Ekstremna važnost	Favorizira se jedan atribut u odnosu na drugi s najvećom uvjerljivošću
2, 4, 6, 8	Međuvrijednosti	Vrijednosti kompromisa među odgovarajućim susjednim vrijednostima

Slika 24. Saatyjeva skala važnosti

Izvor: Nastavni materijali iz kolegija Vrednovanje cestovnih projekata, 2018.



Slika 25. Hijerarhijska struktura AHP modela standardnog niskopodnog autobusa

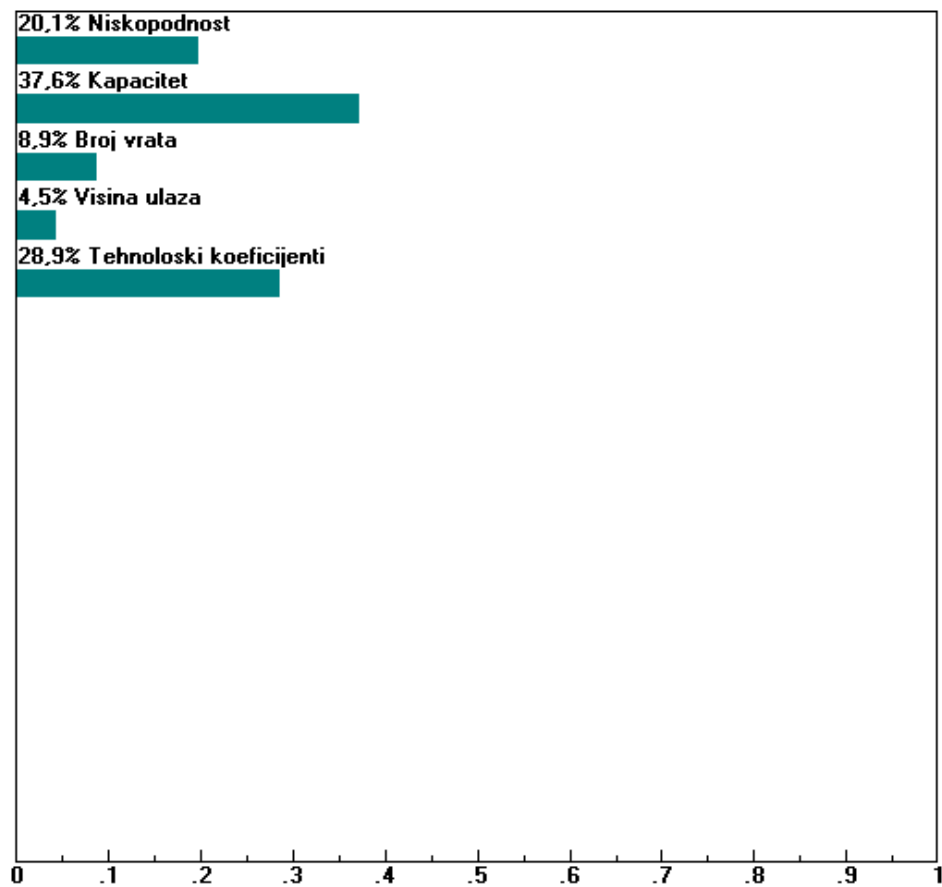
Izvor: Expert Choice

	Niskopodnost	Kapacitet	Broj vrata	Visina ulaza	Tehnoloski koeficijenti
Niskopodnost		3,0	5,0	5,0	3,0
Kapacitet			3,0	5,0	2,0
Broj vrata				3,0	3,0
Visina ulaza					5,0
Tehnoloski koeficijenti		Incon: 0,10			

Slika 26. Rangiranje kriterija niskopodnih standardnih autobusa

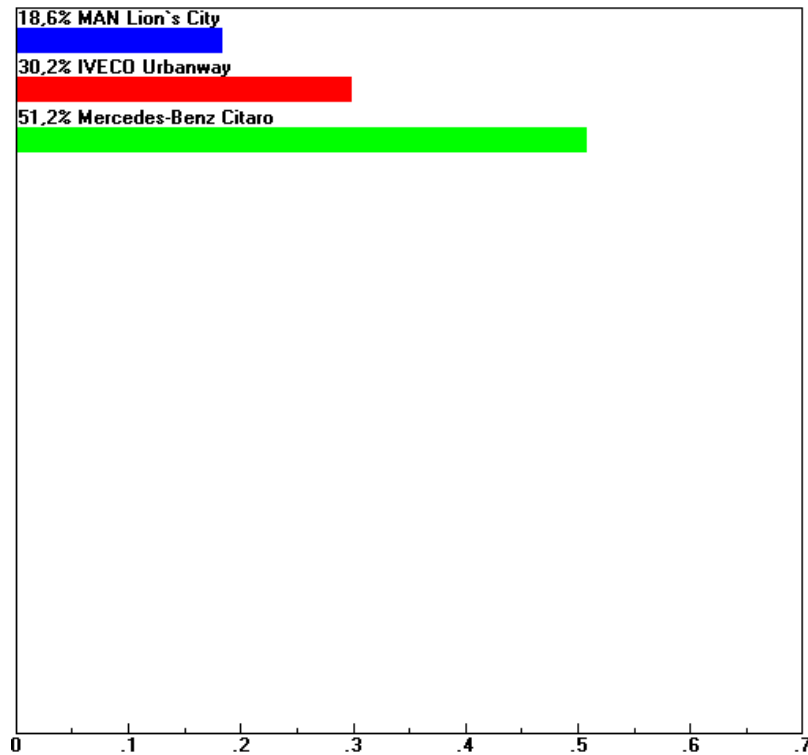
Izvor: Expert Choice

Analiza podataka je napravljena u programskom alatu Expert Choice koji u potpunosti podržava sve korake karakteristične za primjenu AHP metode, omogućava strukturiranje hijerarhijskog modela problema odlučivanja na više načina te uspoređivanje u parovima također na nekoliko načina.



Slika 27. Grafički prikaz rangiranja kriterija niskopodnih standardnih autobusa

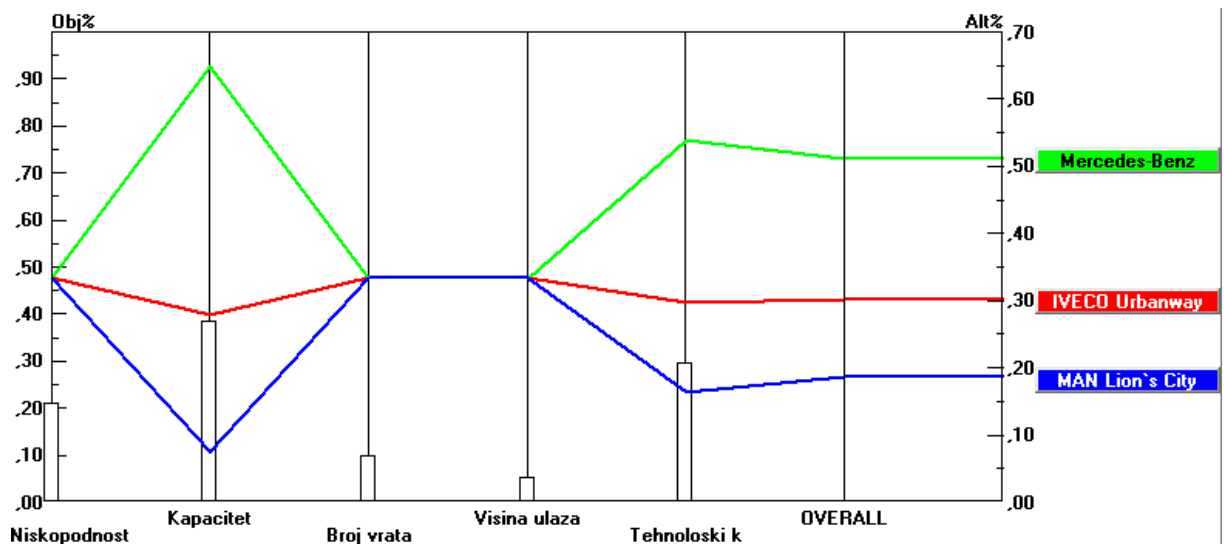
Izvor: Expert Choice



Slika 28. Izbor optimalnog modela niskopodnog standardnog autobusa

Izvor: Expert Choice

Pomoću programskog alata Expert Choice definiran je najbolji izbor niskopodnog standardnog autobusa između tri promatrane marke autobusa. Kao najbolji izbor izabran je Mercedes-Benz Citaro na temelju vrednovanja kriterija kao što su kapacitet, tehnološki koeficijenti, niskopodnost, broj vrata te visina ulaza.

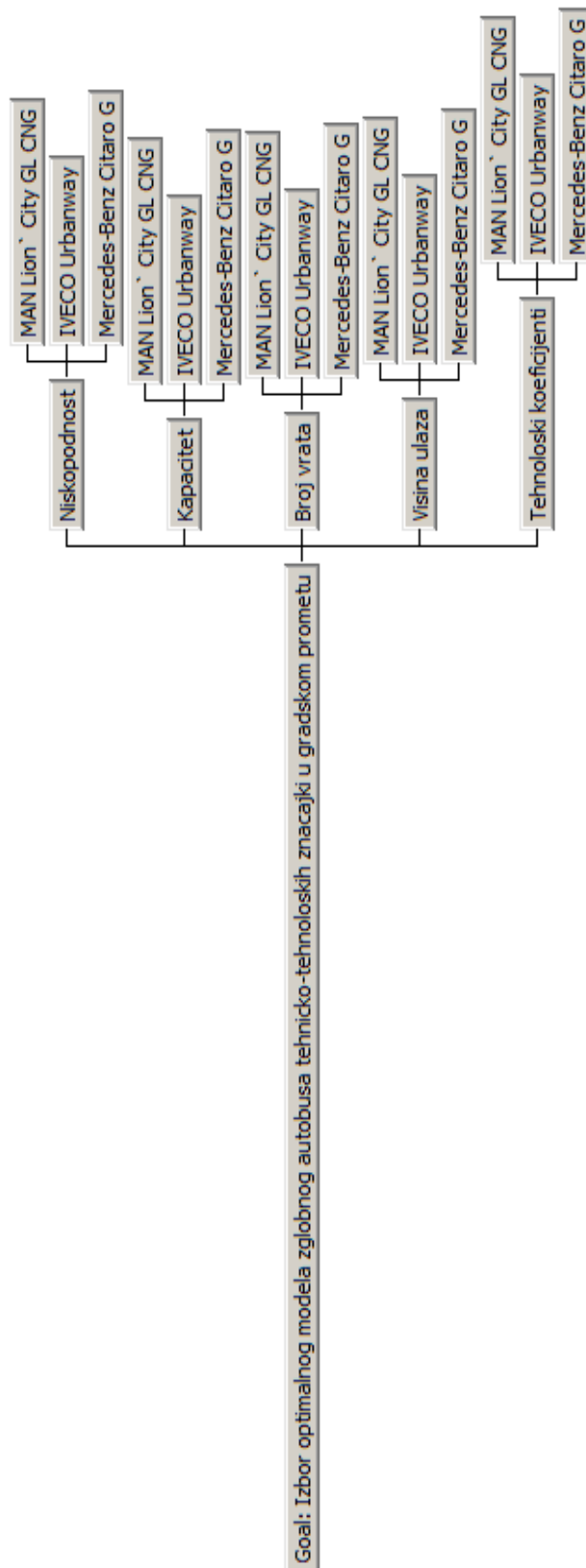


Grafikon 16. Usporedba različitih modela niskopodnih standardnih autobusa na temelju kriterija

Izvor: Expert Choice

Na grafikonu 16. prikazana je usporedba promatranih marki vozila s obzirom na analizirane kriterije pa je stoga vidljiva razlika između kapaciteta i tehnoloških koeficijenata između MAN, IVECO i Mercedes-Benz autobusa.

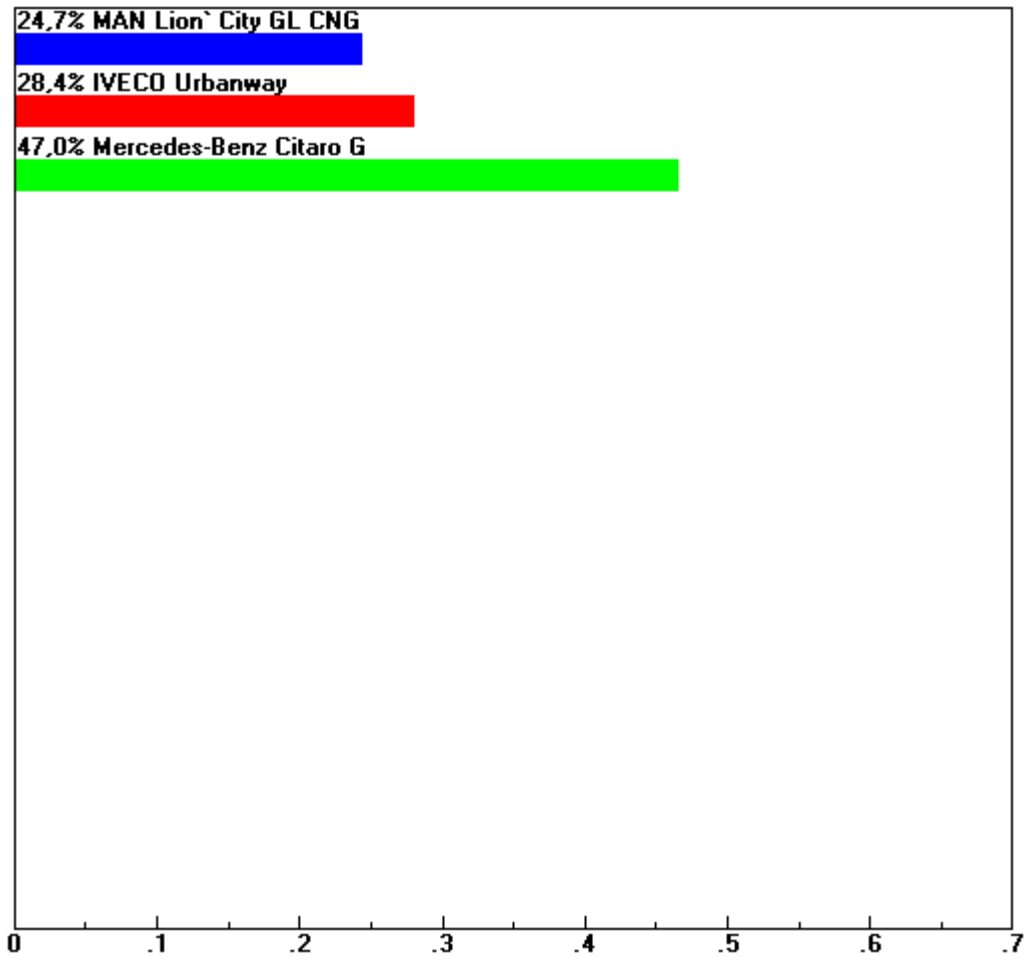
S obzirom na analizirane podatke izbor optimalnog modela niskopodnog standardnog autobusa ima najviše značajki kod Mercedes-Benz Citaro autobusa, ali uzimajući u obzir i tehničko – tehnološke značajke druga dva promatrana modela. S toga bi optimalan model niskopodnog standardnog autobusa bio 12 m duljine, 2,5 m širine, unutarnja visina 2,378 m, motor sa 213 [kW], način transmisije sa automatskim mjenjačem sa četiri ili šest stupnjeva prijenosa, visina praga 0,32 m, sa troja dvokrilna vrata te kapacitetom od 105 putničkih mjesta.



Slika 29. Hijerarhijska struktura AHP modela niskopodnog zglobnog autobusa

Izvor: Expert Choice

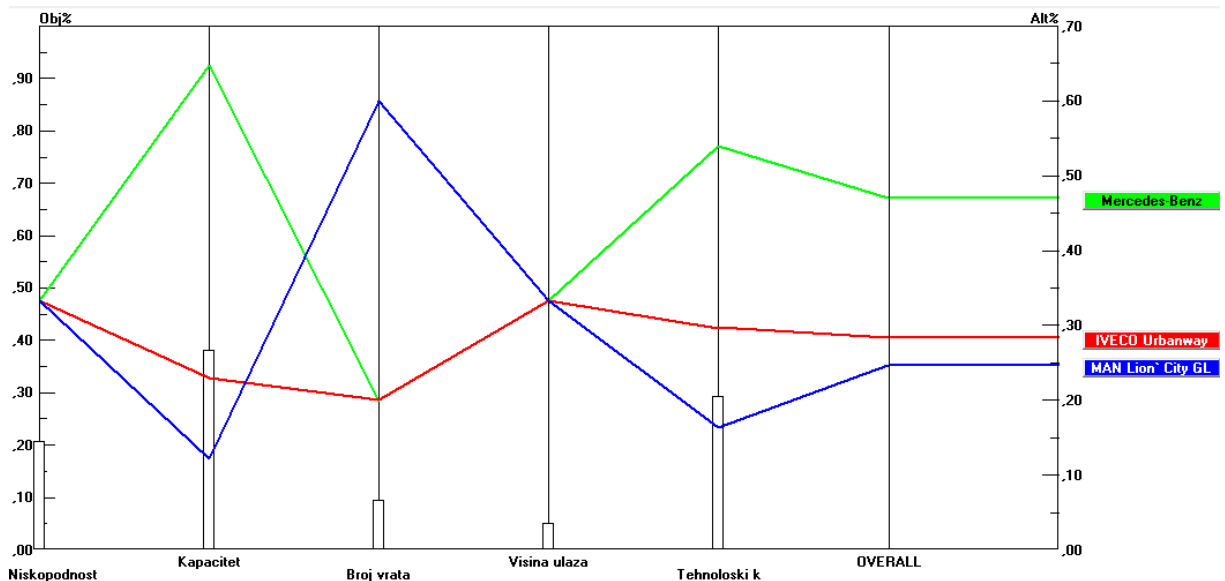
Rangiranje kriterija niskopodnih zglobnih autobusa napravljena je jednako kao i kod niskopodnih standardnih autobusa prema slici 26. i 27.



Slika 30. Izbor optimalnog modela niskopodnog zglobnog autobusa

Izvor: Expert Choice

Kao i u prethodnom analiziranju izabran je najbolji model autobusa između tri promatrane marke pomoću programskog alata Expert Choice. Na temelju promatranih kriterija koji su bili isti kao i kod izbora niskopodnog standardnog autobusa, kao najbolji izbor izabran je Mercedes-Benz Citaro G niskopodni zglobni autobus.



Grafikon 17. Usporedba različitih modela niskopodnih zglobnih autobusa na temelju kriterija

Izvor: Expert Choice

Na grafikonu 17. prikazana je usporedba niskopodnih zglobnih autobusa s obzirom na promatrane kriterije. Najveće odstupanje ima kapacitet Mercedes-Benz autobusa te broj vrata kod MAN autobusa.

S obzirom na analizirane podatke izbor optimalnog modela niskopodnog zglobnog autobusa imao bi značajke sva tri promatrana modela pa bi optimalna duljina bila 18 m, širina 2,5 m, unutarnja visina 2,378, motor sa 243 [kW], način transmisije sa automatskim mjenjačem sa četiri ili šest stupnjeva prijenosa, visina praga 0,32 m, sa petero dvokrilnih vrata te kapacitetom od 160 putničkih mjesta.

7. ZAKLJUČAK

Javni gradski prijevoz putnika jedan je od najdominantnijih vidova prijevoza u svijetu pa je stoga potrebno konstantno unaprjeđivati kvalitetu usluge samog prijevoza. Izvedba autobusa tj. njegove tehničko – tehnološke značajke jedan su od najvažnijih čimbenika koji utječu na samu kvalitetu prijevoza. Jedna od najvažnijih značajki je niskopodnost autobusa koja omogućava brzu izmjenu putnika na stajalištima, zatim broj vrata, omjer broja sjedećih i stajaćih mjesta u ukupnom kapacitetu autobusa, brzinske značajke motora itd. Sigurnost putnika i vozača je najvažniji faktor u procesu samog prijevoza pa stoga proizvođači autobusa maksimalnu pažnju posvećuju vozaču kako bi mu se olakšao prijevoz putnika. Tu se podrazumijeva udobnost, jednostavno rukovanje i ergonomija te automatski mjenjač koji olakšava proizvodnju transportne usluge.

U ovom diplomskom radu provedena je analiza tehničko – tehnoloških značajki autobusa u gradskom prometu različitih marki i kapaciteta. Za analizu su korišteni prikupljeni podaci o tehničkim značajkama autobusa, zatim koeficijenti koji utječu na proces proizvodnje transportne usluge (pokazatelj specifične snage vozila, pokazatelj omjera vlastite mase i efektivne snage motora, kapacitet autobusa, pokazatelj kompaktnosti, pokazatelj površine po putničkom mjestu, koeficijent iskorištenja mase vozila).

Kod usporedbe autobusa vidljivo je da su niskopodni standardni autobusi različitih proizvođača približno istih gabaritnih dimenzija što ujedno vrijedi i za zglobne autobuse. Zajednička značajka kod usporedbe niskopodnih i zglobnih autobusa različitih marki je automatski prijenos brzine što vozaču bitno olakšava samu proizvodnju transportne usluge. Ono u čemu se razlikuju je broj putničkih mjesta odnosno omjer broja stajaćih i sjedećih mjesta, zatim tehnološki koeficijenti koji su analizirani te izvedba vrata koja bitno utječu na samu proizvodnju transportne usluge.

Usporedba analiziranih autobusa obavljena je na dva načina. Ponderiranjem vrijednosti tehnoloških pokazatelja (prema autoru) te AHP (analitički hijerarhijski proces) metodom. Nakon izvršene analize moguće je konstatirati isti poredak o načinu usporedbe prema obje metode i kod niskopodnih i kod zglobnih autobusa. Na prvom mjestu je prema tehničko – tehnološkim značajkama autobusa gradskog tipa proizvođač Mercedes-Benz Citaro kod standardnih autobusa te Mercedes-Benz Citaro G kod zglobnih autobusa. Na drugom mjestu je MAN Lion's City kod standardnih autobusa te MAN Lion's City GL CNG kod zglobnih autobusa, te na trećem mjestu IVECO Urbanway standardni i zglobni autobus.

Za očekivati je da će i novonabavna cijena na tržištu autobusa gradskog tipa biti sukladno rezultatima ove analize.

LITERATURA

1. Županović, I.: Tehnologija cestovnog prijevoza, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.,
2. Rajsman, M.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.,
3. Trbušić, T.: Povećanje kvalitete javnog putničkog prijevoza, travanj 2018.,
4. D, Vičević: Analiza potražnje za javnim linijskim prijevozom u RH; Pomorski fakultet u Rijeci,
5. Rajsman, M.: Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu, Zagreb, lipanj, 2017.,
6. Brčić, D.; Ševrović, M.: Logistika prijevoza putnika, Zagreb, 2012.,
7. Rajsman, M.: Osnove tehnologije prometa, gradski promet, Zagreb, 20.ožujak 2012.,
8. Zavada, J: Vozila za javni gradski prijevoz, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.,
9. Štefančić, G.: Tehnologija gradskog prometa 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.,
10. Protega, V: Tehnologija cestovnog prometa, 2009/2010.,
11. <http://eurolimbus.hr/prodaja-i-zastupnistvo-minibuseva/> (siječanj 2018) ,
12. <http://www.autohrvatska.hr/kamioni-autobusi/man-kamioni-i-autobusi>, siječanj, 2018.,
13. https://hr.wikipedia.org/wiki/MAN_SE, siječanj, 2018.,
14. <https://www.bus.man.eu/hr/hr/index.html>, veljača, 2018.,
15. <http://busfahrt.com/technik/test/stadtbusse>, siječanj, 2018.,
16. <https://www.bus.man.eu/hr/hr/gradski-autobusi/man-lions-city-cng/pregled/Pregled.html>, veljača, 2018.,
17. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Iveco>, veljača, 2018.,

18. <http://autobus.hr/>, veljača, 2018.,
19. Komercijalni prospekti proizvođača marke Iveco, Autobus d.o.o., Zagreb, siječanj, 2018.,
20. <https://www.mercedes-benz.com.sg>, veljača, 2018.,
21. Barić, D.: Nastavni materijali iz kolegija: Vrednovanje cestovnih projekata, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu, akademska godina 2017/2018.,
22. Programski alat Expert Choice.

POPIS SLIKA

Slika 1. Posebna tehnološka struktura kopnenog prometa.....	10
Slika 2. Ustrojstvo cestovnog prometnog sustava	11
Slika 3. Primjer prometnog opterećenja cestovne mreže u gradskom prometnom sustavu	13
Slika 4. Prevezeni putnici u cestovnom prijevozu RH u razdoblju od 2002. do 2012. godine	20
Slika 5. Primjer minibusa turističkoga tipa.....	26
Slika 6. Primjer minibusa za eksploataciju na gradskim linijama.	27
Slika 7. Luksuzno vozilo za srednje male grupe ljudi	28
Slika 8. Minibus visokoturističke klase	28
Slika 9. Primjer standardne izvedbe troosovinskoga autobusa za međugradski linijski promet.....	29
Slika 10. Zglobni gradski autobus marke MAN	30
Slika 11. Primjer izvedbe katnoga troosovinskog autobusa turističke namjene	32
Slika 12. Specijalna platforma	34
Slika 13. Različite konstrukcijske izvedbe autobusa gradskog tipa marke MAN	35
Slika 14. Gradski niskopodni standardni autobus MAN Lion's City	35
Slika 15. Gradski niskopodni zglobni autobus MAN Lion's City G	36
Slika 16. Prigradski autobus MAN	37
Slika 17. Autobus međugradskoga tipa marke MAN	38
Slika 18. Vanjski izgled Neoplana Citylinera	41
Slika 19. Turistički autobus u Rijeci.....	41
Slika 20. Autobus prigradsko-međugradskoga tipa marke Iveco Irisbus model Crossway	42
Slika 21. Dijagram vanjske brzinske značajke motora OM 457.....	45
Slika 22. Dvoosovinski autobus.....	47
Slika 23. Troosovinski zglobni autobus.....	48
Slika 24. Saatyjeva skala važnosti	70
Slika 25. Hijerarhijska struktura AHP modela standardnog niskopodnog autobusa ...	71
Slika 26. Rangiranje kriterija niskopodnih standardnih autobusa.....	72
Slika 27. Grafički prikaz rangiranja kriterija niskopodnih standardnih autobusa.....	73

Slika 28. Izbor optimalnog modela niskopodnog standardnog autobusa.....	74
Slika 29. Hijerarhijska struktura AHP modela niskopodnog zglobnog autobusa.....	76
Slika 30. Izbor optimalnog modela niskopodnog zglobnog autobusa	77

POPIS TABLICA

Tablica 1. Podaci varijabli za analizu potražnje za javnim prijevozom putnika u razdoblju od 2002. do 2012. godine	19
Tablica 2. Tehničko – tehnološke značajke minibusa	27
Tablica 3. Tehničko – tehnološke značajke standardnog autobusa	29
Tablica 4. Tehničko – tehnološke značajke autobusa na kat	31
Tablica 5. Tehnološke značajke standardnog autobusa gradskog tipa modela marke MAN Lion's City, IVECO Urbanway, Mercedes-Benz Citaro	56
Tablica 6. Poredak prema vrijednosti tehnoloških pokazatelja standardnog autobusa gradskog tipa marke MAN Lion's City, IVECO Urbanway, Mercedes-Benz Citaro ..	61
Tablica 7. Tehnološke značajke zglobnog autobusa gradskog tipa modela marke MAN Lion's City GL CNG, IVECO Urbanway, Mercedes-Benz Citaro G.....	63
Tablica 8. Poredak prema vrijednosti tehnoloških pokazatelja zglobnog autobusa gradskog tipa marke MAN Lion's City GL CNG, IVECO Urbanway , Mercedes-Benz Citaro G	68

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Grafički prikaz postotka urbane populacije svijetu od 1950. do 2030. .	14
Grafikon 2. Odnos kapaciteta autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz.....	57
Grafikon 3. Odnos kapaciteta stajaćih i sjedećih putničkih mjesta autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz	57

Grafikon 4. Odnos specifične snage vozila autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz	58
Grafikon 5. Odnos pokazatelja omjera vlastite mse vozila i efektivne snage motora između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz	59
Grafikon 6. Odnos pokazatelja autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercedes-Benz prema vanjskoj gabaritnoj površini	59
Grafikon 7. Pokazatelj kompaktnosti između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz	60
Grafikon 8. Pokazatelj površine po putničkom mjestu između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz.....	61
Grafikon 9. Odnos kapaciteta autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz.....	64
Grafikon 10. Odnos kapaciteta stajaćih i sjedećih putničkih mjesta autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz	64
Grafikon 11. Odnos specifične snage vozila autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz.....	65
Grafikon 12. Odnos pokazatelja omjera vlastite mse vozila i efektivne snage motora između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz	66
Grafikon 13. Odnos pokazatelja autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercedes-Benz prema vanjskoj gabaritnoj površini	66
Grafikon 14. Pokazatelj kompaktnosti između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz	67
Grafikon 15. Pokazatelj površine po putničkom mjestu između autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO I Mercede-Benz.....	68
Grafikon 16. Usporedba različitih modela niskopodnih standardnih autobusa na temelju kriterija	74
Grafikon 17. Usporedba različitih modela niskopodnih zglobnih autobusa na temelju kriterija	78



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada
pod naslovom Tehničko-tehnološke značajke autobusa u linijskom gradskom prometu

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

U Zagrebu, 24.4.2018

Student/ica:

(potpis)