

Tehničko - tehnološke značajke prijevoznih sredstava u putničkom cestovnom prometu

Šikulec, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic Nikola Tesla in Gospić / Veleučilište Nikola Tesla u Gospiću**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:107:144004>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-04**



Repository / Repozitorij:

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



VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU

Završni rad

**TEHNIČKO-TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE PRIJEVOZNIH SREDSTAVA
U PUTNIČKOME CESTOVNOM PROMETU**

**TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF
TRANSPORT IN PASSANGER FUNDS IN ROAD TRAFFIC**

Šikulec Ivan

Gospić, 2018.

VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU

Prometni odjel

Stručni studij Cestovnog prometa

**TEHNIČKO-TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE PRIJEVOZNIH SREDSTAVA
U PUTNIČKOME CESTOVNOM PROMETU**

**TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF
TRANSPORT IN PASSANGER FUNDS IN ROAD TRAFFIC**

Završni rad

MENTOR

Dr.sc.teh Miljenko Bošnjak

STUDENT

Ivan Šikulec

MBS: 0296016689

Gospić, lipanj 2018.

Veleučilište „Nikola Tesla“ u Gospiću

Prometni odjel

Gospić, 24. travnja 2018.

ZADATAK

za završni rad

Pristupniku Ivanu Šikulecu, matični broj 0296016689, studentu stručnog studija cestovnog prometa izdaje se tema završnog rada pod nazivom:

*Tehničko-tehnološke značajke prijevoznih sredstava
u putničkome cestovnom prometu*

Sadržaj zadatka

Istražiti, opisati i analizirati tehničke značajke putničkih prijevoznih sredstava u cestovnom prometu.

Istražiti i opisati tehnološke značajke putničkih prijevoznih sredstava u cestovnom prometu.

Istražiti i usporediti tehničko-eksploatacijske značajke različitih tipova autobusa.

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

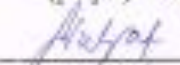
Mentor: dr. sc. teh. Miljenko Bošnjak

zadano: 24. travnja 2018.


(potpis)

Pročelnica odjela: Slađana Čuljat, predavač

predati do: 30. rujna 2018.


(potpis)

Student: Ivan Šikulec

primio zadatak: 25. travnja 2018.


(potpis)

Dostavlja se:

- mentoru
- pristupnici

SAŽETAK

IZJAVA

Autobus je putničko motorno vozilo koje služi za javni prijevoz većeg broja putnika u cestovnom prometu. To je javno cestovno putničko prijevozno sredstvo s garancijom oblogom na ulaz.

Izjavljujem da sam završni rad pod naslovom *Tehničko – tehnološke značajke prijevoznih sredstava u putničkom cestovnom prometu* izradio samostalno pod nadzorom i uz stručnu pomoć mentora Dr. sc. teh. Miljenka Bošnjaka, višeg predavača.

Motorizirani cestovni promet jedan je od bitnih obilježja savremene civilizacije.

Autobusni transportni sustav predstavlja temeljni transportni sustav u sustavu javnog gradskog putničkog prijevoza. Sukladno bitnim obilježjima putničke potražnje na relacijama u gradskom prometu, posebna je značajna tehničko – tehnološka prilagodljivost autobusa koji se kreće u procesu pružanja pojedincima vrste transportne usluge. Učinkovitost ovog sustava iznimno je značajna za funkcioniranje i razvitak grada i većih metropolitanskih područja, a u okviru toga pridonosi značajnom doprinosu razvoju autobusnog transportnog sustava.

Znanost o prometu koristi tehnološko-tehnološka i znanstvena istraživanja u području razvoja, projektiranja, planiranja, rad i uređivanje svih navedenih obalnih za sve vrste prometa.

(potpis studenta)

SAŽETAK

Autobus je putničko motorno vozilo koje služi za javni prijevoz većeg broja putnika u cestovnom prometu. To je javno cestovno putničko prijevozno sredstvo s gumenom oblogom na naplaticima kotača, koje se snagom vlastitoga, u načelu dizelskog motora kreće po cestovnoj i/ili uličnoj transportnoj mreži uz mogućnost prilagođavanja trenutno vladajućim eksploatacijskim uvjetima djelovanja unutar mješovitog prometa. Motorizirani cestovni promet jedno je od bitnih obilježja suvremene civilizacije.

Autobusni transportni sustav predstavlja temeljni transportni sustav u sustavu javnoga gradskoga putničkog prijevoza. 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 toga sustava iznimno je značajna za funkcioniranje i razvitak gradova i velikih metropolitanskih područja, a u okviru toga posebno značajan doprinos ima autobusni transportni sustav.

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

U ovome završnom radu pod naslovom *Tehničko-tehnološke značajke prijevoznih sredstava u putničkome cestovnom prijevozu* istraženi su i proučeni povijesni razvoj i tehničko-tehnološke značajke autobusa, tih suvremenih i vrlo značajnih prijevoznih sredstava bez kojih je postao skoro nezamisliv život, poglavito u prenapučenim urbanim sredinama. Analizirana su ta cestovna motorna vozila s njihovim tehničkim, tehnološkim i eksploatacijskim obilježjima i parametrima, kao i stupnju iskoristivosti prilikom prijevoza putnika. Rad je obrađen u sedam cjelina s uvodnim i zaključnim razmatranjima, izlaganjem tematike, te odgovarajućom literaturom.

Ključne riječi: tehničko – tehnološke značajke prijevoznih sredstava, autobus, autobusni transportni sustav, znanost o prometu.

SUMMARY

Bus is a passenger motor vehicle which is used for public transport of a higher number of passenger in road traffic. It is a public road passenger vehicle with a rubber liner on wheel rims, which is selfpowered, in principle moved by a diesel motor with a possibility of adapting to trending exploitation conditions in/or street transport network working in a mixed traffic. Motor road traffic is one of the most important characteristic of a modern civilisation.

Bus transport system represents a core transport system in a system of public transport.

According to important characteristics of a passengers requests on relations in a public transport, especially important is a tech adaptation of buses which are being use in a process of development a unique sort of transport service. Efficiency of this system is highly important for functioning and development of cities and big metropolitan areas, therefore bus transport system has a big influence. Traffic science uses tech and science principles for functionally projecting, planning, work and managing all traffic objects for every kind of traffic, as the safer, more comfortable, faster, suitable, economically and eco friendly transport, regarding moving of goods and people could be offered.

In this final work under the title Tech characteristics of vehicles in public transport, historical development and tech characteristic of buses are being researched, these modern and very important vehicles without which life as we know it would be unimaginable, especially in crowded urban environment. These traffic transport vehicles with its tech, exploitation characteristics and parameters, as in a stage of usage when people are being transported. Work has been processed in seven unities with introductional and concluding considerations, presentation of themes and with matching literature.

Key words: Tech characteristics of transport vehicles, bus, bus transport system, traffic science

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Problem i predmet istraživanja	2
1.2. Svrha i cilj istraživanja	2
1.3. Struktura rada.....	2
2. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE AUTOBUSA	4
2.1. Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu.....	4
2.2. Autobus - osnovno motorno vozilo za masovni prijevoz putnika	5
2.3. Općenito o autobusima	6
3. TEHNIČKE ZNAČAJKE AUTOBUSA PREMA NAMJENI	11
3.1. Gradski autobusi	11
3.2. Prigradski autobusi	13
3.3. Međugradski autobusi.....	14
3.4. Turistički autobusi	14
4. TEHNIČKE ZNAČAJKE PUTNIČKIH CESTOVNIH PRIJEVOZNIH SREDSTVA	23
4.1. Dinamika primjene normi ispušnih plinova u Europskoj uniji.....	23
4.2. Tehničke značajke vozila u cestovnom prometu	25
5. TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE PUTNIČKIH CESTOVNIH PRIJEVOZNIH SREDSTAVA	29
6. USPOREDBA TEHNIČKO–TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI AUTOBUSA GRADSKOG TIPRAZLIČITIH MARAKA I KAPACITETA	34
7. ZAKLJUČAK	39
LITERATURA	41
POPIS SLIKA	43
POPIS TABLICA	44

1. UVOD

Najstariji oblik prijevoza ljudi i tereta odvijao se plovilima, u gradovima smještenima uz rijeke. Potom su se pojavila nosila, zatim teretna kola koja su služila i prijevozu osoba, a poslije i kočije s konjskom zapregom kojima su se prevozili putnici na njihov zahtjev. 1819. Jacques Lafitte je u Parizu pokrenuo stalan prijevoz putnika kočijama s većim brojem sjedišta, nazvanima omnibusima. Taj je prijevoz imao temeljne odlike javnoga prijevoza: vozila su se kretala određenom trasom po voznom redu, a putnici su vozarinu plaćali pri ulasku.

Na početku dvadesetih godina 20. stoljeća završava era omnibusa u javnom gradskom cestovnom prijevozu, a uvodi se novi motorni oblik prijevoza koji je u toku dvadesetog stoljeća doživio snažan razvoj – prijevoz autobusima. Prvi autobusi javljaju se oko 1900. godine, a već su 1911. godine svi londonski omnibusi zamijenjeni autobusima. Oko 1920. godine stavljaju se na autobusne kotače pneumatske gume čija primjena dovodi do daljnjeg poboljšanja autobusnog prijevoza. U SAD-u prvi se autobusi uvode između 1905. i 1908. godine u New Yorku. Nakon toga njihova veća primjena slijedi u drugim gradovima. U početku se razvio oblik slobodnog autobusnog prijevoza u kojemu su se autobusi kretali po glavnim prometnicama bez određenog voznog reda. Cijena njihove usluge je bila vrlo niska. Razvojem dolazi do postupnog usmjeravanja rada ovih vozila prema organiziranju linijskog prijevoza. Mnoga tramvajska poduzeća nabavljaju autobuse i organiziraju autobusni prijevoz putnika na manje opterećenim prometnicama, nadopunjujući na taj način svoju osnovnu uslugu koja je pružena u smjerovima masovnog kretanja. Daljnja tehnološka, tehnička i eksploatacijska usavršavanja ovih vozila, u pogledu poboljšanja pogona vozila i prijevoznog kapaciteta omogućila su brz rast i razvoj autobusnog prometa. Danas gotovo da i nema grada u svijetu u kojem ne postoji autobusni prijevoz.

Obilježje je suvremenih gradova stalan porast stanovništva, prostorno širenje te stapanje sa susjednim naseljima, a time se povećavaju i problemi u organizaciji i odvijanju gradskog prometa. Jačanjem javnoga gradskog autobusnog prometa nastoji se smanjiti automobilski promet.

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

1.1. Problem i predmet istraživanja

Problem ovoga istraživanja jest uvidjeti na koji način funkcionira autobusa kao putničko cestovno motorno vozilo u različitim izvedbama, te istražiti sve njegove tehničko-tehnološke značajke koje su važan element svakog motornog vozila.

Predmet istraživanja jest detaljan opis svih sastavnih dijelova navedenog motornog vozila, samog prijevoza putnika s tehnološkog aspekta i njegove usporedbe općenito, a u nekim pojedinostima posebice prema Pravilniku o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama i Direktivama vijeća.

1.2. Svrha i cilj istraživanja

Svrha istraživanja jest to da se kroz raščlambu cijeloga rada ,opiše način na koji funkcionira Autobus kao najčešći oblik javnog gradskog prijevoza u većini gradova u Hrvatskoj i u svijetu, razne izvedbe pojedinih autobusa gdje je svaki autobus predviđen i dizajniran prema namijeni svoje prijevozne usluge, te njegovi tehnički, tehnološki i eksploatacijski elementi kao i ostali bitni parametri vozila.

Cilj istraživanja jest to da se istraži, prouči i razumije tehničke veličine, tehnološke pokazatelje, odnosno koeficijente: pokazatelje specifične snage vozila, pokazatelje omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora, kapacitete autobusa , pokazatelje kompaktnosti , pokazatelje površine (gabaritne) po putničkom mjestu, koeficijente iskorištenja mase vozila, koeficijente sjedećih mjesta, vanjska (gabaritna) površina.

1.3. Struktura rada

Rad je podijeljen na šest poglavlja koja sačinjavaju sveukupan izgled, ulogu i detaljan opis tehničko – tehnoloških značajki putničkih cestovnih vozila, kao i usporedbe, prednosti i nedostatke.

U *Uvodu* je opisan razvoj i način prijevoza putnika od samog početka pa sve do suvremenog načina prijevoza, kao i sam oblik organizacije javnog prijevoza putnika koji pri razvoju pruža sve veće mogućnosti. Objašnjena je problematika, problem, predmet, svrha i cilj istraživanja, te struktura i specifičnost ovoga završnog rada.

U drugom poglavlju pod naslovom *Tehničko – tehnološke značajke prijevoznih sredstava u putničkom cestovnom prometu* objašnjen je prijevoz putnika u cestovnom prometu s tehnološkog aspekta koji je izravno je povezan s duljinom transportne relacije, te njegova podjela. Također je objašnjena uspješnost tehnologije putničkog cestovnog transporta

koja je izravno ovisna o elementima tehničkog sustava cestovnog prometa, kao i sami elementi tehničkog sustava cestovnog prometa.

U trećem poglavlju pod naslovom *Autobus*, objašnjen je autobus sa više definicija i propisanim Direktivama vijeća, njegova uloga i upotrebljivost, izvedbe i podjela, istraženi su i detaljno opisani svaki njegovi pojedinačni elementi, parametri i značajke, te njihova uloga i značaj u funkcioniranju prijevoza putnika od toga cestovnoga motornoga vozila.

U četvrtom poglavlju pod naslovom *Tehničke značajke putničkih cestovnih prijevoznih sredstava*, prema kojima je vozilo proizvedeno s obzirom na njegovu namjenu, detaljno je istraženo propisanim Pravilnikom o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama, kao i Dinamika primjene normi ispušnih plinova u Europskoj uniji koja je izravno povezana sa poglavljem.

U petom poglavlju pod naslovom *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. Opisana je specifična podjela s tehnološkog aspekta procesa proizvodnje transportne usluge u cestovnom putničkom prometu. S obzirom na njihov utjecaj na proces proizvodnje transportne usluge, detaljno su istražene, odnosno opisane i tehničke veličine, tehnološki pokazatelji, odnosno koeficijenti vozila..

U šestom poglavlju pod naslovom *Usporedba tehničko-tehnoloških značajki autobusa gradskog tipa različitih marki i kapaciteta*, usporedit će se međusobno Tehnološke značajke standardnog autobusa gradskog tipa modela marke *MAN Lion's City*, *IVECO Urbanway* i *Mercedes-Benz Citaro*, kao i svi predviđeni tehnički podaci koji njima pripadaju. Grafički će biti prikazana usporedba odnos kapaciteta autobusa, odnos kapaciteta stajaćih i sjedećih putničkih mjesta autobusa, odnos specifične snage vozila autobusa, odnos pokazatelja omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora između autobusa, te odnos pokazatelja autobusa prema vanjskoj gabaritnoj površini.

Zaključak je sedmi, završni dio i sinteza svega navedenoga u ovome završnom radu.

Rad sadrži 44 stranice, 23 slika i 3 tablice.

2. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE AUTOBUSA

2.1. Tehnologija prijevoza putnika u cestovnom prometu

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:

- tehnologiju putničkog prijevoza na relacijama u gradskom prometu (na gradskim linijama – linijski gradski putnički prijevoz)
- tehnologiju putničkog prijevoza 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).

Sukladno prethodnoj podjeli postoje različite izvedbe autobusa koji svojim tehničko - tehnološkim značajkama odgovaraju traženoj (planiranoj) kakvoći prijevozne usluge i njihovoj osnovnoj (temeljnoj, primarnoj) namjeni iz koje proizlazi vrsta nadgradnje putničkog prostora, te potreba za prtljažnim prostorom i drugim pratećim uređajima, opremi (primjerice, na transportnim relacijama preko 700 km obvezna je ugradba sanitarnog prostora) i dodatnim sadržajima (primjerice, bežični internet, TV, prodaja osvježavajućih pića na dugim relacijama u linijskom međugradskom prometu ili turističkom prometu).

Može se zaključiti to da je uspješnost tehnologije putničkoga cestovnog prijevoza izravno ovisna o elementima tehničkog sustava cestovnog prometa. Temeljni elementi tehničkoga sustava cestovnog prometa su cestovna prijevozna sredstva, cestovna prometna infrastruktura i informacijski sustav. Na određenome razvojnom stupnju tehničkog sustava moguće je govoriti o optimalizaciji 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 ukupnoga ljudskog znanja i znanstvenih spoznaja) i sve kraćem razdoblju dostiže optimum tehnoloških rješenja kojima se odgovara na potražnju za prijevoznim uslugama u cestovnome putničkom prometu.

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:

- 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).

Sukladno prethodnoj podjeli postoje različite izvedbe autobusa koji svojim tehničko - tehnološkim značajkama odgovaraju traženoj (planiranoj) kakvoći 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 ugradba sanitarnog prostora) i dodatnim sadržajima (primjerice, bežični internet, TV, prodaja osvježavajućih pića na dugim relacijama u linijskome međugradskom prometu ili turističkom prometu).

Može se reći i to da je uspješnost tehnologije putničkoga cestovnog prijevoza izravno ovisna o elementima tehničkoga sustava cestovnog prometa. Temeljni elementi tehničkoga sustava cestovnog prometa su cestovna prijevozna sredstva, cestovna prometna infrastruktura i informacijski sustav. Na određenome razvojnem stupnju tehničkog sustava moguće je govoriti o optimalizaciji 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 ukupnoga ljudskog znanja i znanstvenih spoznaja) i sve kraćem razdoblju dostiže optimum tehnoloških rješenja kojima se odgovara na potražnju za transportnim uslugama u cestovnome putničkom prometu.

2.2. Autobus - osnovno motorno vozilo za masovni prijevoz putnika

Autobus je putničko motorno vozilo koje služi za javni prijevoz većeg broja putnika u cestovnom prometu (obično se automobilom naziva vozilo koje prevozi do 8 putnika, a od 9 naviše takvo vozilo zove se mini bus ili autobus). Autobus je javno cestovno putničko sredstvo s gumenom oblogom na naplaticima kotača, a koje se snagom vlastitoga, načelno

dizelskog motora, kreće po cestovnoj i/ili uličnoj transportnoj mreži uz mogućnost prilagođavanja trenutno vladajućim eksploatacijskim uvjetima djelovanja unutar mješovitog prometa.

Autobus ostvaruje pogon u većini slučajeva, dizelskim motorom koji je ugrađen u njega. Kreće se po određenim rutama unutar postojeće gradske, prigradske i međugradske cestovne mreže uz mogućnost izmjena ruta uslijed promjene prometne regulacije uzrokovane raznim okolnostima, primjerice prometne nezgode, radova na cesti, političkih, sportskih ili kulturnih događanja.

2.3. Općenito o autobusima

Autobus je najčešći oblik javnoga gradskog prijevoza u većini gradova u Hrvatskoj i u svijetu (oko dvije trećine svih putovanja odvija se autobusnim sustavom).

Dobre strane korištenja autobusa kao prijevoznog sredstva su njegova kompatibilnost, spremnost za višeznačnu uporabu, te nisu potrebni dodatni troškovi za prometnu infrastrukturu. Loše strane i ograničenja predstavlja osjetljivost linije (utjecaj ostalog prometa na cesti), buka i zagađenje okoliša.

Autobusi koji se upotrebljavaju u međugradske i međunarodnom prometu raspolažu isključivo sjedećim mjestima, a povećanje kapaciteta postiže se u pravilu katnom izvedbom nadgrađa. Razina udobnosti tih autobusa znatno je veća u odnosu na autobuse u prigradske i gradskom prometu, a razina opremljenosti tih vozila ovisi o duljini transportne relacije i svrsi putovanja. Autobusi namijenjeni prigradske i gradske linijske putničkom prijevozu 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.

Prema Direktivi vijeća 96/53 EZ (vrijedi za vozila kategorije M2 i M3) od 25. srpnja 1996. o utvrđivanju najvećih dopuštenih dimenzija u unutarnjemu i međunarodnom prometu, te najveće dopuštene mase u međunarodnom prometu za određena cestovna vozila koja prometuju unutar Zajednice, *motorno vozilo* je svako vozilo na motorni pogon koje se kreće cestom pomoću snage vlastitog motora.

Prema prethodnoj Direktivi slijede definicije:

- *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.
- *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.

Za cestovni linijski putnički transport treba izdvojiti sljedeće elemente:

- najveća dužina motornog vozila 12,00 m, a zglobnoga autobusa 18,75 m
- najveća širina za sva vozila 2,55 m, s nadogradnjom klimatiziranih vozila 2,60 m
- najveća visina (sva vozila) 4,00 m
- svako vozilo ili svaki skup vozila u pokretu mora biti u stanju okrenuti se po brisanoj površini s vanjskim polumjerom od 12,50 m, te unutarnjim polumjerom od 5,30 m.

Najveća dopuštena masa vozila (u tonama, pri čemu je 1 tona = 9,81 kN):

- dvoosovinska motorna vozila 18 tona
- troosovinska motorna vozila 25 tona (26 tona ako je pogonska osovina opremljena s dva para guma i zračnim ovjesom ili ako je svaka pogonska osovina opremljena s dva para i ako najveća masa koja opterećuje osovину, nije veća od 9,5 tona)
- četveroosovinska motorna vozila s dvjema upravljačkim osovinama 32 tone (ako je pogonska osovina opremljena s dva para guma i zračnim ovjesom ili ako je svaka pogonska osovina opremljena s dva para guma i ako najveća masa koja opterećuje svaku osovину, nije veća od 9,5 tona)
- troosovinski zglobni autobusi 28 tona.

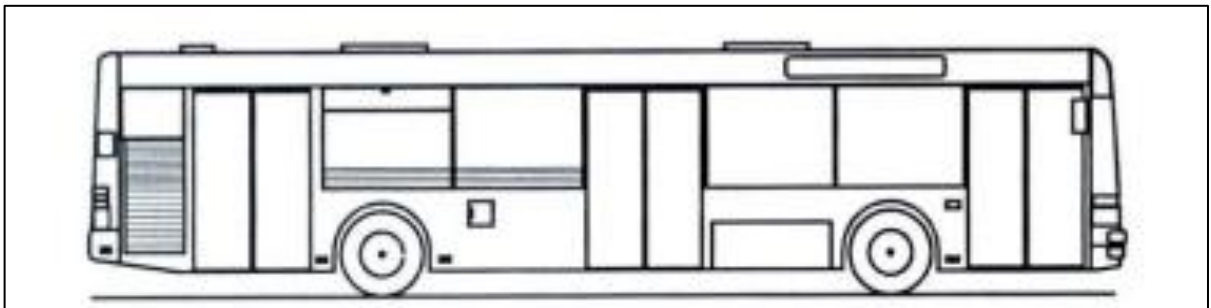
Najveće dopušteno osovinsko opterećenje vozila:

- jednostruke ne pogonske osovine 10 tona; pogonske osovine 11,5 tona
- dvostruke osovine motornih vozila 11,5 tona (ako je udaljenost između osovin d manja od 1 m)
- 16 tona ako je ispunjen uvjet ($1,0 \leq d < 1,3$)

- 18 tona ako je $d = 1,3$ m ili veća, no ispod 1,8 m
- 19 tona ako je ispunjen uvjet ($1,3 \leq d < 1,8$) ako je pogonska osovina opremljena s dva para guma i zračnim ovjesom ili ako je svaka pogonska osovina opremljena s dva para guma i ako najveća masa koja opterećuje svaku osovину, nije veća od 9,5 tona.

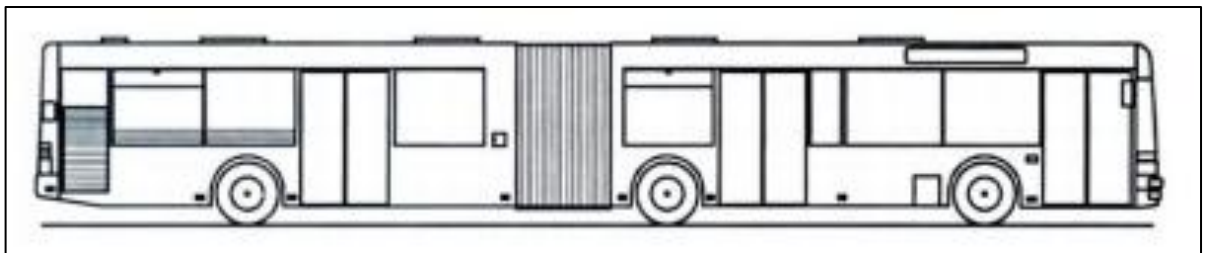
Prema broju osovina, izvedbi nadgrađa, dužini, broju putničkih mjesta, ovisno o namjeni, primjerice, gradski autobusi (slika 1. i 2.) najčešće mogu biti izvedeni u dva osnovna oblika:

1. dvoosovinski ili troosovinski s jednodijelnim nadgrađem dužine 11 – 15 m, koji ima 85 – 120 putničkih mjesta i neto masu 9 – 11 tona, te troja dvokrilna vrata



Slika 1. Shematski prikaz normiranoga dvoosovinskog autobusa

2. 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.



Slika 2. Shematski prikaz normiranoga troosovinskog autobusa

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

- gradske
- prigradske
- međugradske i
- turističke.

Gradski, prigradski i međugradski tipovi autobusnog nadgrađa upotrebljavaju se u linijskome putničkome cestovnom prijevozu. Autobusi turističkoga tipa (nadgrađa) upotrebljavaju se na različitim transportnim relacijama (najčešće su to i najdulje relacije u cestovnom prijevozu putnika) ovisno o različitim čimbenicima, kao što su:

- prostorni razmještaj turistički atraktivnih lokacija
- razina životnog standarda putnika
- ostali čimbenici povezani s konkretnim uvjetima pojedine zemlje.

Autobuse je moguće dijeliti prema različitim kriterijima.

Podjela autobusa prema dužini:

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

Prema namjeni, odnosno prema vrsti transportne usluge:

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

Prema kapacitetu, odnosno broju putničkih mjesta na:

- autobuse malog kapaciteta – minibus
- autobuse srednjeg kapaciteta – midibuse
- autobuse normiranog kapaciteta – normirane
- autobuse vrlo velikog kapaciteta – zglobnoga konstrukcijskog sastava (katni i zglobni).

Primjerice, proizvođač autobusa marke *IVECO* svoj proizvodni program dijeli na autobuse u gradskome i prigradskom prometu koji se upotrebljavaju prema namjeni za:

- brzi gradski promet
- gradski
- gradski centar
- prigradski
- školski.

Proizvođač cestovnih motornih vozila marke *IVECO* svoj proizvodni program za zahtjeve u međugradskom i turističkom prometu dijeli na autobuse koji se rabe prema namjeni za:

- linijski međugradski
- međugradski – turistički (kombinacija)
- turistički
- luksuzni turistički promet.

3. TEHNIČKE ZNAČAJKE AUTOBUSA PREMA NAMJENI

3.1. Gradski autobusi

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

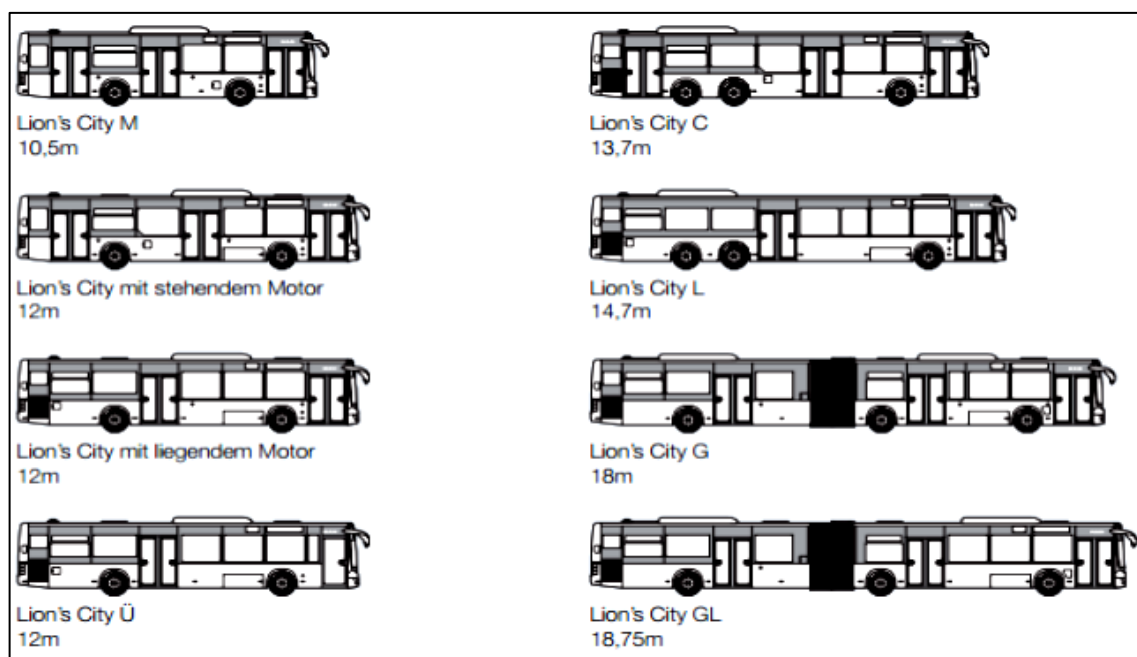
Suvremena je tendencija izvedbe s niskim podom putničkog prostora što putnicima olakšava ulazak u vozilo i izlazak iz njega.

Dodatno mogu biti izvedeni tako da je u njima smještena specijalna platforma, koja olakšava dostupnost osobama s posebnim potrebama na kolicima. Neizostavni element kakvoće 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. Prema broju osovine, izvedbi nadgrađa, dužini, broju putničkih mjesta, ovisno o namjeni gradski autobusi najčešće mogu biti izvedeni u dva osnovna oblika:

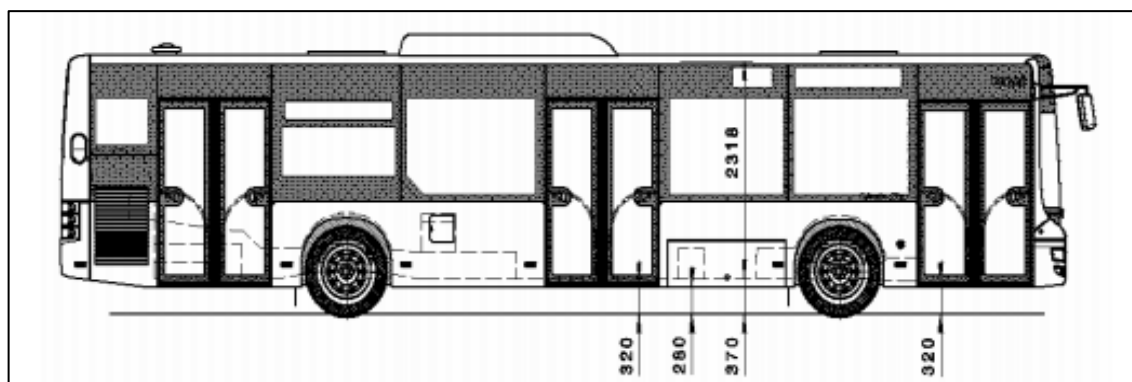
- **dvoosovinski ili troosovinski s jednodijelnim nadgrađem** dužine 11 – 15 m, koji ima 85 – 120 putničkih mjesta i neto masu 9 – 11 tona, te troja dvokrilna vrata
- **zglobni troosovinski s dvodijelnim nadgrađem** dužine 15 – 18 m, koji ima 150 – 180 putničkih mjesta i neto masu 15 – 17 tona, te četvora dvokrilna vrata.

Na slici 3. prikazani su tipovi *Lion City autobusa*. Modeli na prethodnoj slici razlikuju se prema broju osovine, broju i dimenzijama vrata i po duljini. Postoje izvedbe putničkog prostora s trojim dvokrilnim vratima (slika 4.), dvojim dvokrilnim vratima i kombinacija s jednim dvokrilnim i jednokrilnim vratima.

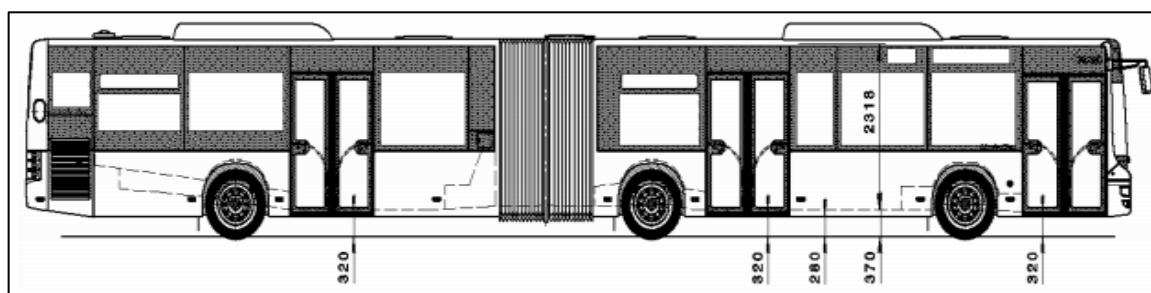
Na slici 5. prikazan je shematski bočni prikaz dvoosovinskoga gradskog autobusa s niskim podom putničkoga prostora (visina 320 mm na vratima za izmjenu putnika) marke *MAN*.



Slika 3. Shematski prikaz različitih konstrukcijskih izvedbi autobusa gradskog tipa marke *MAN*



Slika 4. Shematski prikaz gradskoga niskopodnog autobusa *MAN Lion's City*



Slika 5. Shematski prikaz gradskoga niskopodnoga zglobnog autobusa *MAN Lion's City G*

U odnosu na normiranu izvedbu autobusa, zglobni autobusi (slika 5.) 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 izvan vršnim razdobljima.

Zglobni autobus je najduže cestovno putničko prijevozno sredstvo (slika 6.) koji čini vučno vozilo i poluprikolica međusobno povezani nosećim fleksibilnim mehaničkim zglobom i harmonika-oplatom čineći tako funkcionalnu cjelinu kontinuirane unutrašnjosti vozila koje ima mogućnost otklona ± 40 stupnjeva u horizontalnoj ravnini, te ± 10 stupnjeva u vertikalnoj ravnini. Najčešća izvedba zglobnog autobusa je s tri osovine. Najčešće je dužina 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.

Zglobni autobus predstavlja iznimno ekonomično rješenje u vremenima vršnog prometnog opterećenja jer ima veći prijevozni kapacitet. Izvan vršnoga 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.

Zglobni autobus obično ima isti polumjer okretanja i užu stazu okretanja od normiranih 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.

3.2. Prigradski autobusi

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 cestovnome prigradskome linijskome putničkom prometu. Sukladno tomu 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 u autobuse namijenjene za prigradski prijevoz 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, a

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.

Prigradski autobusi namijenjeni su prijevozu putnika u prigradskom prometu što podrazumijeva dulje vozne relacije nego što su one gradskih autobusa. Ako je vozna brzina autobusa na liniji (pojedininim dionicama) preko 50 km/sat, potrebno je to da sva mjesta budu sjedeća, a vrata dovoljno široka za brzu izmjenu putnika.



Slika 6. Prigradski autobus *MAN Lyon's City LE*

3.3. Međugradski autobusi

Međugradski autobusi upotrebljavaju se u prijevozu putnika na duljim relacijama u linijskome putničkom prometu zbog čega njegova udobnost za putnike u odnosu na gradske i prigradske autobuse 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. 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.

3.4. Turistički autobusi

Turistički autobusi namijenjeni su za prijevoz 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.



Slika 7. Dio unutrašnjosti Mercedes-Benz Travega⁵

Izvor: <https://www.interline.de/en/coaches/coach-mercedes-benz-travego-v45-en>



Slika 8. Vanjski izgled Mercedes-Benz Travega⁵

Izvor: <https://www.interline.de/en/coaches/coach-mercedes-benz-travego-v45-en>

Svjetska turistička organizacija definira turiste kao: „ljude koji putuju i odsjedaju u mjestima izvan uobičajenog mjesta na razdoblje ne dulje od jedne godine u svrhu zabave ili drugih razloga.“ 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. Na tržištu prevladavaju dvije osnovne kategorije koje se razlikuju prema kapacitetu, brzini, opremi i uslugama te nabavnoj cijeni, i to:

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

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

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

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:

- 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.

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).

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.

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 moguće s obzirom na dopuštenu brzinu).



Slika 9. Minibus¹⁰

Minibus kao cestovno putničko prijevozno sredstvo, iako manjeg prijevoznog kapaciteta do 30 putničkih mjesta, može biti korišten praktično u svim eksploatacijskim uvjetima u sustavu javnoga putničkoga prometa ili u prijevozu za vlastite potrebe. Često je njegova primjena ekonomski opravdana na kratkim relacijama ili linijama u središnjemu 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 vršnoga 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 skupine putnika, kao i općenito javnome linijskom prijevozu putnika na linijama s nižom razinom transportne potražnje. Izvedba putničkog prostora minibusu može biti različita, te zavisi o potrebama prijevoznika sukladno namjeni i eksploatacijskim uvjetima prijevoznika unutar određenoga prometnog sustava, uz najčešće sljedeće tehničko-eksploatacijske elemente:

- dužina 5,4 – 7,7 m
- širina 2,1 – 2,4 m
- visina 2,7 – 2,8 m
- kapacitet 15 – 30 putničkih mjesta
- unutarnja visina 1,85 – 1,9 m
- broj osovina 2 kom.
- osovinski razmak 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.

Normirani autobus najčešće je kapaciteta od 50 do 80 putnika, a rabi se u svim eksploatacijskim uvjetima, kako u javnome linijskom prijevozu, turističkom prometu te prijevozu za vlastite potrebe (slika 8.). Izvedba putničkog prostora može biti različita, te ovisi o potrebama prijevoznika sukladno namjeni i eksploatacijskim uvjetima prijevoznika unutar određenoga prometnog sustava, uz najčešće sljedeće tehničko-eksploatacijske elemente:

- dužina 10,7 – 12,2 m
- širina 2,4 – 2,5 m

- visina 2,9 – 3,1 m
- kapacitet 70 – 82 putničkih mjesta
- unutarnja 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 – 12,0 m
- najveća vozna brzina do 110 km/sat.



Slika 10. Primjer normirane izvedbe troosovinskog autobusa *Mercedes - BenzTravego*

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 9.). Zbog njihanja vozila i niskog stropa gornjega putničkog dijela 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 toga 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 određenoga prometnog sustava, uz najčešće sljedeće tehničko-eksploatacijske elemente:

- dužina 8,5 – 12,0 m
- širina 2,45 – 2,50 m
- visina 4,0 – 4,4 m
- kapacitet 70 – 125 putničkih mjesta

- unutarnja visina 1,4 – 1,8 m
- broj osovina 2 – 3 kom.
- osovinski razmak 4,3 – 5,6 m
- prednji prepust 0,9 – 2,5 m
- podna visina 0,64 – 0,68 m
- minimalni polumjer okretanja 9,2 – 11,5 m
- najveća brzina 60 – 85 km/h.



Slika 11. Primjer izvedbe katnoga troosovinskog autobusa turističke namjene

Prema pogonu autobuse je moguće podijeliti na:

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

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 prijevoznčkih 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.

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

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

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 položaju.

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

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

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 dužina vozila razmak je između najizbočenijega prednjega 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. 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.

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.

4. TEHNIČKE ZNAČAJKE PUTNIČKIH CESTOVNIH PRIJEVOZNIH SREDSTVA

Pravilnikom o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama propisane su 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.

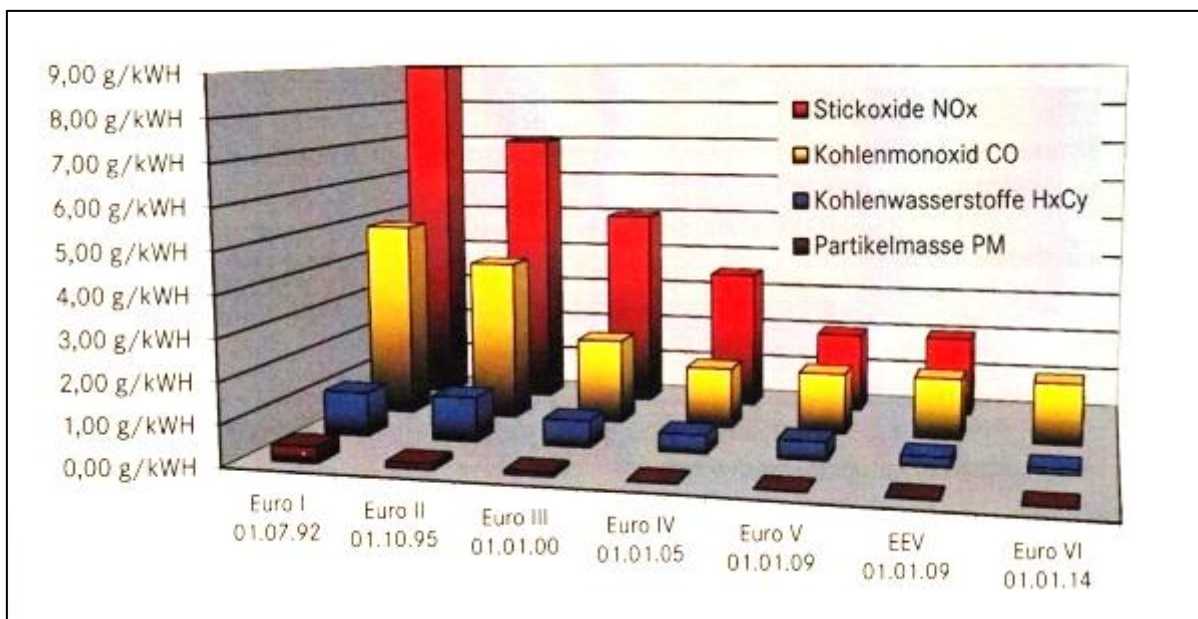
Tehničke značajke mogu se definirati kao značajke vozila prema kojima je vozilo proizvedeno s obzirom na njegovu namjenu.

4.1. Dinamika primjene normi ispušnih plinova u Europskoj uniji

Granične vrijednosti ispušnih plinova za cestovna teretna motorna vozila i autobuse određene su u pogledu određenih standarda, odnosno normi još od 1988. godine. Tijekom vremena sasvim se opravdano propisima utvrđuju nove, još zahtjevnije norme u pogledu zaštite okoliša i smanjenja ispušnih plinova kod vozila s ugrađenim motorima s unutarnjim izgaranjem. Granične vrijednosti određivane su tijekom vremena njihova uvođenja u Euro-normama počevši od norme Euro I do aktualne norme Euro VI. prikazano tablicom 1.

Tablica 1. Euro-norme prema tijeku primjene i dopuštenim emisijama [gr/kWh]

Ispušni plinovi	Euro I srpanj 1992	Euro II 01. studeni 1995	Euro III 01. siječanj 2000.	Euro IV 01. siječanj 2005.	Euro V 01. rujan 2009.	EEV	Euro VI 01. siječanj 2014
Dušični oksidi NO _x	9,0	7,00	5,00	3,50	2,00	2,00	0,40
Ugljični monoksid CO	4,90	4,00	2,10	1,50	1,50	1,50	1,50
Ugljikovodici C _x H _f	1,10	1,10	0,66	0,46	0,46	0,25	0,13
Emisija čestica PM	0,40	0,15	0,10	0,02	0,02	0,02	



Slika 12. Grafički prikaz tijeka primjene Euro-normi s obzirom na pojedine elemente ispušnih plinova

Uvođenje normi kojima su regulirane dopuštene štetne emisije ispušnih plinova kod motora s unutarnjim izgaranjem zahtijevalo je dodatne tehničko-tehnološke iskorake kod proizvođača, primjerice:

- nakon 1992. godine više nije bilo moguće korištenje motora s unutarnjim izgaranjem klasičnim usisom zraka iz atmosfere pa je radi toga razvijen turbopunjač s hladnjakom stlačenog zraka. Neophodni dijelovi toga sustava su: turbopunjač, hladnjak stlačenog zraka, cjevovod zraka. To je rezultiralo povećanjem mase praznog vozila što smanjuje njegovu korisnu nosivost.
- Euro II normu nije bilo moguće postići klasičnom visokotlačnom dizelskom crpkom. To je dovelo do razvijanja elektroničke visokotlačne crpke. Motorni elektronički sustav regulira tlak ubrizgavanja goriva čim broj okretaja pada ispod određene vrijednosti što omogućuje rast okretnog momenta bez potrebnog povećanja broja okretaja motora (ispravnije: koljenastog vratila, ali je termin već uobičajen i prihvaćen u stručnoj praksi).
- norme dopuštenog sastava ispušnih plinova Euro IV i Euro V motora ograničavaju udjele dušičnih oksida do te mjere da ih nije moguće ostvariti bez povrata ispušnih plinova ili naknadne obradbe ispušnih plinova katalizatorom (Mercedes Benz primjenjuje SCR katalizator i AdBlue tehnologiju).

U tablici 2. prikazan je odnos i jasna korelacija potrošnje goriva i emisije CO₂. Kod osobnih vozila granica od 120 grama CO₂ po jedinici prijeđenog puta (kilometru) odgovara prikazanoj potrošnji. Razlike u emisiji CO₂ rezultat su različitoga kemijskog sastava goriva.

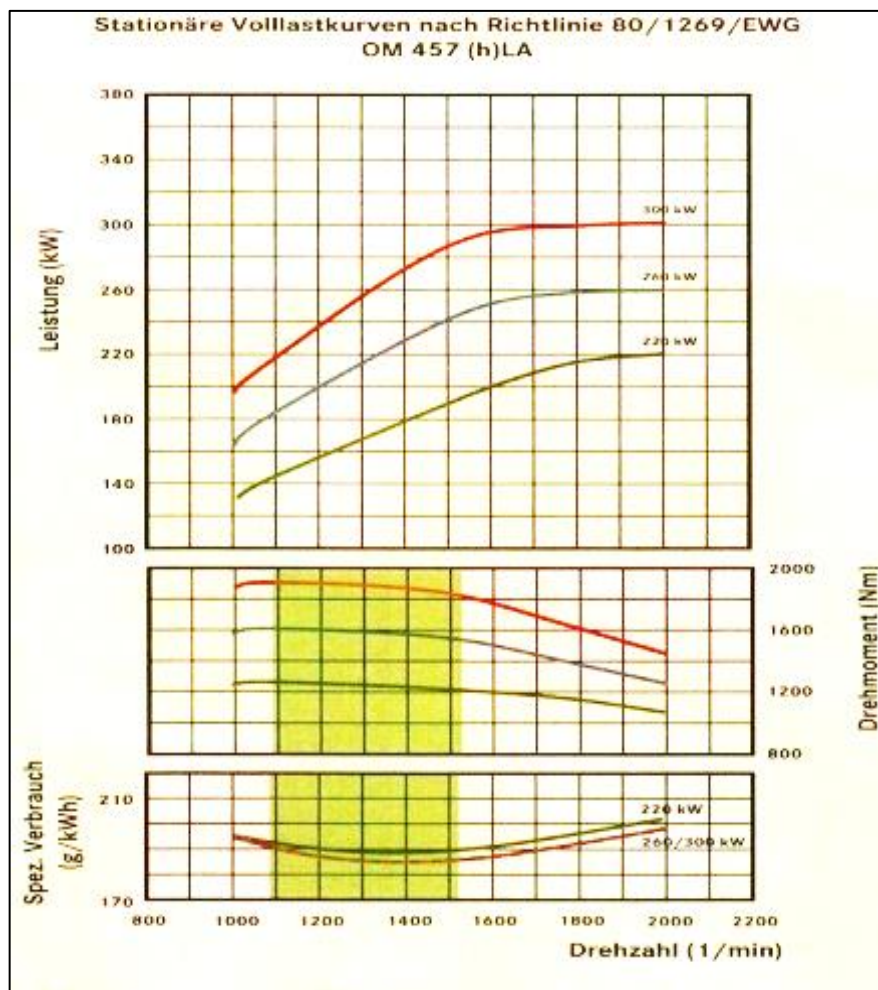
Tablica 2. Prikaz potrošnje goriva i emisije CO₂.

Red. br.	Gorivo	Emisija CO ₂	Potrošnja
1.	Benzin	cca. 2,4 kg CO ₂ /litri	cca. 5,1 l/100 km
2.	Dizelsko gorivo	cca. 2,7 kg CO ₂ /litri	cca. 4,5 l/100 km
3.	Zemni plin	cca. 2,6 kg CO ₂ /litri	cca. 4,6 kg/100km

Euro VI norme za motore gospodarskih vozila (putnički i teretni program) reducirale su (maksimalne) granične vrijednosti ispušnih plinova uključujući broj čestica, a temelje se na svjetskim istraživanjima uvjeta eksploatacije motora gospodarskih vozila. Pritom je posebna pozornost bila usmjerena na područje broja okretaja u zoni maksimalnog okretnog momenta i područje niskog broja okretaja (područje djelomičnog opterećenja motora), kao i fazu pokretanja hladnog motora.

4.2. Tehničke značajke vozila u cestovnom prometu

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 autobusnog motora ima posebno značenje u postupku pravilnog odabira snage motora tijekom donošenja odluke o nabavci novih vozila, neovisno o tomu je li u pitanju njihova eksploatacija na transportnim relacijama u gradskome, prigradskome međugradskome ili turističkom prometu. Pravilan izbor snage motora proizlazi iz pretežitih eksploatacijskih uvjeta u kojima će se odabrano vozilo upotrebljavati.



Slika 13. Dijagram vanjske brzinske značajke motora OM 457

Iznimno je značajno poznavanje vanjske brzinske značajke motora s obzirom na konkretne eksploatacijske uvjete vozila.

Prema slici 11. za isti model autobusa isporučuju se motori s tri različite efektivne snage:

- 220 kW
- 260 kW ili
- 300 kW

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

Kako bi izbor autobusa u eksploataciji bio optimalan, bitno je znati:

- a) eksploatacijske uvjete u kojima će se vozilo upotrebljavati (gradski, prigradski ili međugradski, odnosno turistički promet)
- b) prosječnu popunjenost, odnosno prosječno iskorištenje prijevoznog kapaciteta

- c) duljinu relacije na kojima se pretežno obavlja prijevoz
- d) dinamička obilježja trase na kojoj se 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 pretežito u eksploatacijskim uvjetima pri kojima se motor rabi izvan zone optimalnoga okretnog momenta i potrošnje goriva, tada dolazi do prekomjerne potrošnje goriva, pojačanog opterećenja ili čak preopterećenja dijelova motora, njegova prekomjernog trošenja i slično. U takvoj situaciji dolazi do povećanja eksploatacijskih troškova, padanja profita i smanjenja konkurentnosti prijevoznika na transportnom tržištu.

Gabariti vozila određeni su njihovim vanjskim izmjerama:

- najveća dužina vozila jest razmak između najizbočenijega prednjega 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 dužina 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 dužine 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:

- a) gabarite vozila, dužinu [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 [m^2]

f) izvedbu putničkog prostora i visinu poda (engl. *lowentry* – nizak ulaz/izlaz, odnosno djelomično spušten pod putničkog prostora na vratima autobusa ili engl. *lowfloor* izvedba putničkog prostora koja se odnosi na niskopodnost (preko 35 % cijele dužine) 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 [m^3]

h) vlastitu i najveću dopuštenu masu, [kg]

i) najveću dopuštenu osovinsku masu, [kg]

j) broj osovina, odnosno broj pogonskih osovina

k) konstrukcijsku izvedbu kao minibus, standardni, katni ili zglobovi autobus

l) vanjsku brzinsku 67 značajku motora

m) emisiju CO_2 [g/km]) – s obzirom na pripadajuću EURO normu (za nova vozila proizvedena nakon 01. 01. 2014. obvezna primjena EURO VI norme, te gornju granicu od 120 [g/km])

n) vrstu transmisije (posebice vrsta mjenjača: ručni/automatski, broj prijenosnih stupnjeva)

o) smještaj motora – vertikalni ili horizontalni smještaj kod niskopodne (engl. *Low-floor* izvedbe)

p) klirens vozila [m]

r) najveću brzinu vozila [km/h].

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.

5. TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE PUTNIČKIH CESTOVNIH PRIJEVOZNIH SREDSTAVA

Tehničke značajke autobusa već su u postupku njegove nabavke unaprijed određene njegovom namjenom i prema toj namjeni pojedinim vrstama transportnih usluga u javnome cestovnome 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 tomu, s tehnološkog aspekta proces proizvodnje transportne usluge u cestovnome putničkom prometu moguće je podijeliti na:

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

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 tomu, tehnološke značajke 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:

- 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.

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 prijednog puta jednak je omjeru nultog puta i ukupnoga prijednog 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:

- **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.

$$N_s = \frac{P_e}{M} \quad [\text{kW/t}]$$

- **pokazatelj omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora** – η_{sdm} [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

$$\eta_{sdm} = \frac{P_e}{M} [\text{kW/t}]$$

- **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.

$$Q = Q_{st} + Q_{sj} [\text{PM}]$$

- **pokazatelj kompaktnosti** – η_k [PM/m^2] 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 70 površinom vozila, odnosno površinom putničkog prijevoznog sredstva – P_g (koja je jednaka umnošku vanjske izmjere duljine – L i širine – B vozila).

Napomena: 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 m^2 za površine namijenjene stajanju i 0,315 m^2 za sjedenje.

$$Q [\text{PM}] = Q_{sj} [\text{PM}_{sj}] + Q_{st} [\text{PM}_{st}]$$

$$\eta_k = \frac{Q}{P_g} = \frac{Q}{L \times B} [\text{PM}/\text{m}^2]$$

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

$$\eta_k = \frac{P_g}{Q} = \frac{L \times B}{Q} [\text{m}^2/\text{PM}]$$

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

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

$$k_m = \frac{m}{M}$$

Napomena: Niža ili viša vrijednost ovoga koeficijenta povezana je 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.

- 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 tipa

$$k_s = \frac{Q_{sj}}{Q}$$

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).

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

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:

- 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.

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.

6. USPOREDBA TEHNIČKO–TEHNOLOŠKIH ZNAČAJKI AUTOBUSA GRADSKOG TIPRA RAZLIČITIH MARAKA I KAPACITETA

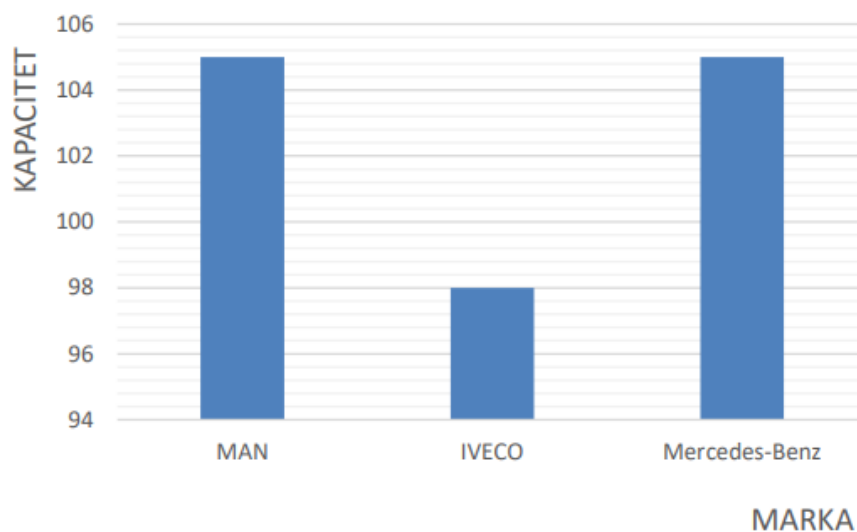
U gradskom prijevozu putnika postoje značajke statičkih i dinamičkih linija. U statičke se definiraju terminali, trase, stajališta koja podrazumijevaju izmjenu putnika, a u dinamičke spada broj vozila na liniji, frekvencija, te vrijeme obrta. Ocjena značenja tehnoloških značajki autobusa koje izravno utječu na uspješnost i kakvoću obavljenog rada je brzina izmjena putnika na stajalištima (ovisno o niskopodnosti, broju vrata, širini vrata itd.) koju je potrebno maksimizirati, a ukupno vrijeme obrta autobusa na liniji (ovisno o snazi motora povezano s vanjskom brzinskom značajkom motora) potrebno je minimizirati. Bitna tehnološka značajka s obzirom na vozača je izvedba transmisije, odnosno je li manualni ili automatski prijenos brzine. Automatski prijenos brzine podiže dinamička svojstva i sigurnost, te bolju percepciju okruţja, smanjenje radnog opterećenja, te sigurnost prilikom izmjene putnika na stajalištu. U nastavku rada prikazane su tehničko – tehnološke značajke autobusa *MAN*-a, *IVECO*-a i *Mercedesa*.

Temeljem podataka iz tablice 3. na slici 19. prikazana je usporedba kapaciteta putničkih mjesta između različitih maraka niskopodnih standardnih autobusa. *MAN* i *MercedesBenz* autobusi imaju jednak kapacitet putničkih mjesta dok *IVECO* autobus ima 7% manje kapaciteta.

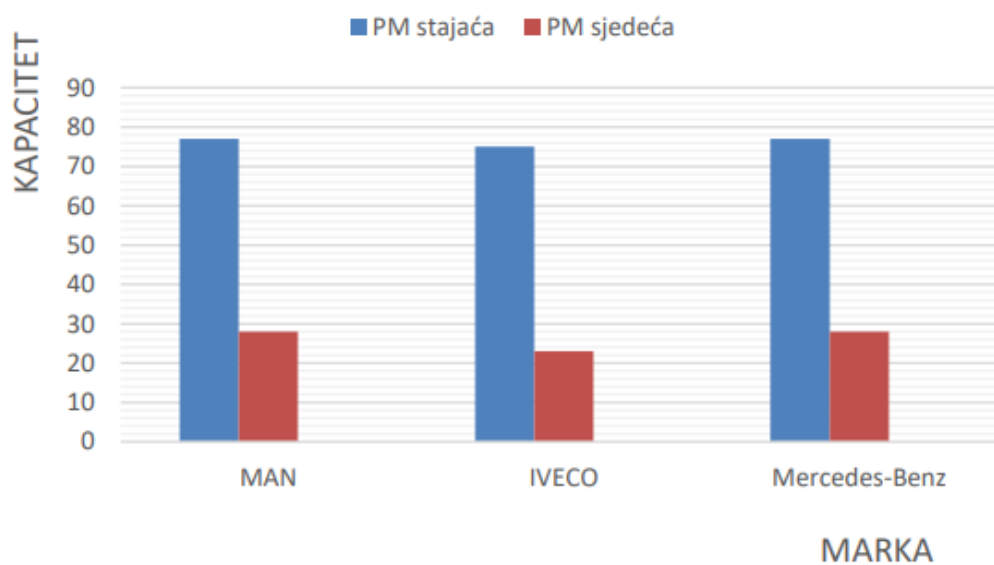
Temeljem podataka iz tablice 3. na slici 20. prikazana je usporedba stajaćih i sjedećih putničkih mjesta između različitih maraka niskopodnih standardnih autobusa. *MAN* i *Mercedes-Benz* imaju jednak broj stajaćih mjesta odnosno 3% više od *IVECO* autobusa. Broj sjedećih mjesta je također jednak kod *MAN*-a i *Mercedes-Benz* autobusa, odnosno 22% više nego kod *IVECO* autobusa.

Tablica 3. Tehnološke značajke standardnog autobusa gradskog tipa modela marke³

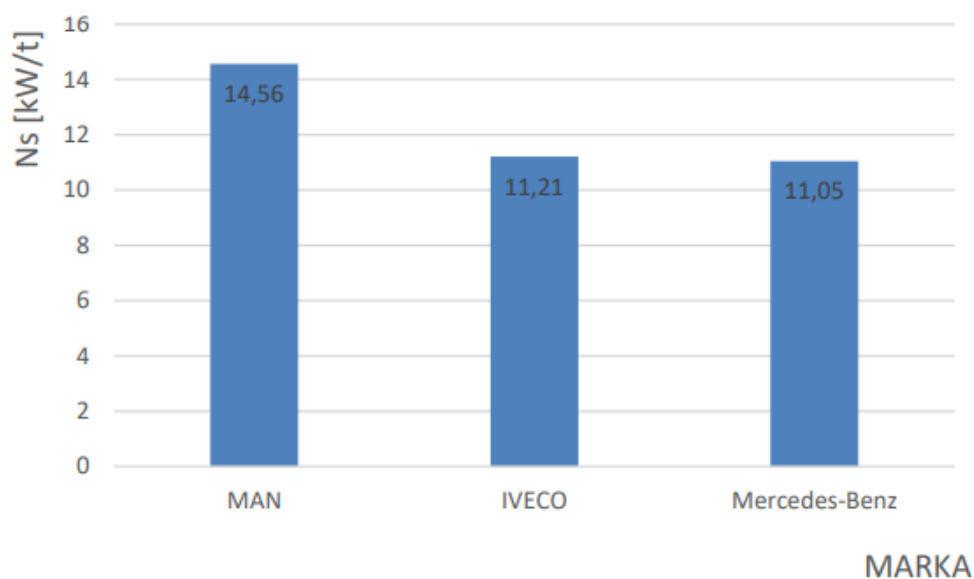
Red. br.	M o d e l i			
1.	Tehnički podatci	MAN Lion's City niskopodni standardni	11,950 [m]	Mercedes-Benz Citaro niskopodni standardni
2.	Dužina [m]	11,98 [m]	2,550 [m]	11,950 [m]
3.	Širina [m]	2,50 [m]	5,845 [m]	2,550 [m]
4.	Međuosovinski razmak kotača [m]	5,875 [m]	2,313 [m]	5,845 [m]
5.	Unutarnja visina	2,318 [m]	0,32/0,33/0,34 [m]	2,313 [m]
6.	Prednja/Stražnja vrata – visina praga	0,32/0,33/0,34 [m]	19 000 [kg]	0,32/0,33/0,34 [m]
7.	Najveća dopuštena masa	16 145 [kg]	210 kW, 285 KS 1120 Nm kod 1200 o/min 6 cilindara u liniji smješten poprečno straga	19.000 [kg]
7	Motor	235 kW, 320 [KS] 1600 Nm kod 1100 o/min 6 cilindara u liniji smješten poprečno straga	Automatski mjenjač ZF – 6 stupnjeva prijenosa Voith Diva 6 – 4 stupnja prijenosa	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	Dvoja ili troja dvokrilna vrata	Automatski mjenjač ZF – 6 stupnjeva prijenosa Voith Diva 6 – 4 stupnja prijenosa
9.	Izvedba vrata	Troja dvokrilna vrata	Ukupno 105 PM	Dvoja ili troja dvokrilna vrata
10.	Kapacitet [PM]	Ukupno 105 PM	77 PM	Ukupno 105 PM
10.1.	PM stajaća	77 PM	28 PM	77 PM
10.2.	PM sjedeća	28 PM	11,05	28 PM
11.	Ns [kW/t]	14,56	90,48	11,05
12.	η_{sndm} [kg/kW]	68,7	30,47	90,48
13.	Pg [m ²]	29,95	3,45	30,47
14.	η_k [PM/m ²]	2,87	0,29	3,45
15.	η_{ppm} [m ² /PM]	0,35	0,3	0,29



Slika 14. Grafički prikaz odnosa kapaciteta autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz¹⁰

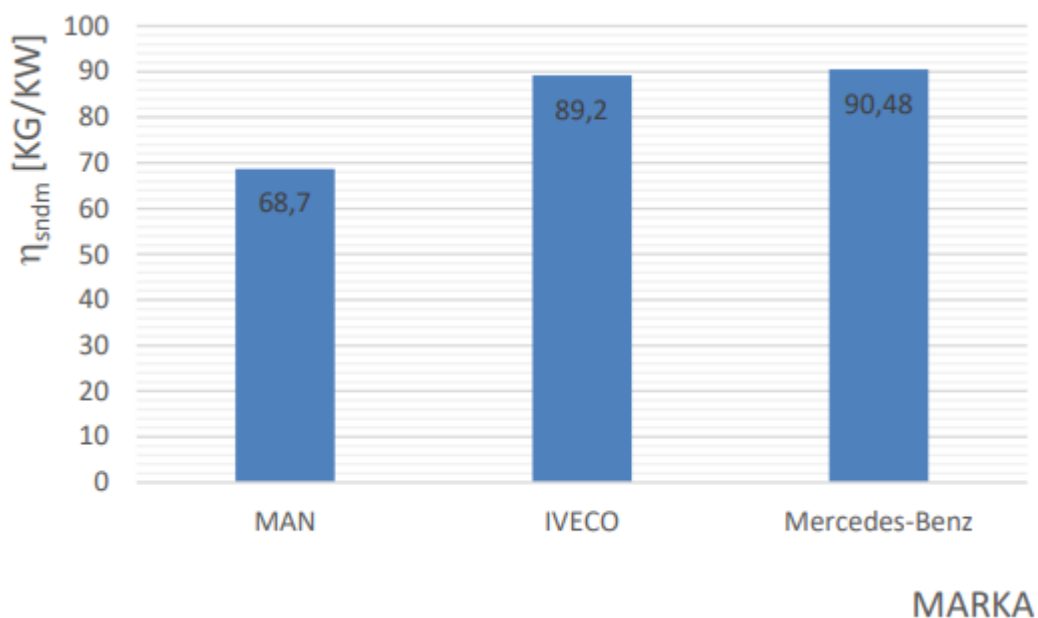


Slika 15. Odnos kapaciteta stajaćih i sjedećih putničkih mjesta autobusa gradskog tipa marke MAN¹⁰



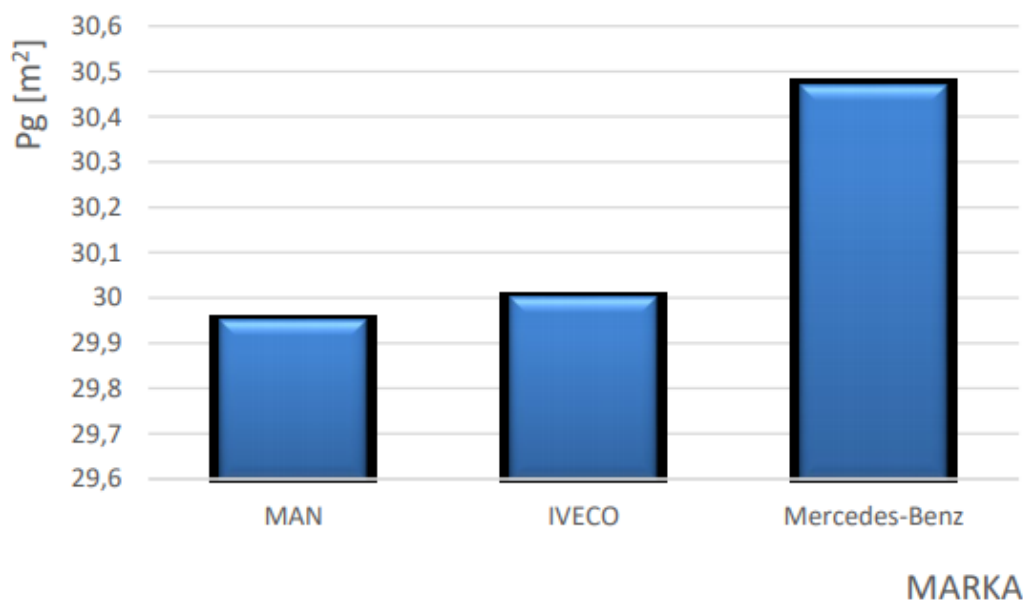
Slika 16. Odnos specifične snage vozila autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes Benz.¹⁰

Na slici 21. prikazan je 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.



Slika 17. Odnos pokazatelja omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora između autobusa¹⁰

Na slici 22. temeljem podataka iz tablice 5. prikazan je odnos pokazatelja omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora $\eta_{s\text{ndm}}$ [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.



Slika 18. Odnos pokazatelja autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz prema vanjskoj gabaritnoj površini.¹⁰

Temeljem podataka iz tablice 5. na slici 23. je prikazan odnos između gabaritnih površina P_g [m²] između različitih marki niskopodnih standardnih autobusa. Dužina 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.

7. ZAKLJUČAK

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

- tehnologiju putničkog prijevoza na relacijama u gradskom prometu (na gradskim linijama – linijski gradski putnički prijevoz).
- tehnologiju putničkog prijevoza 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).

Može se zaključiti to da je uspješnost tehnologije putničkoga cestovnog prijevoza izravno ovisna o elementima tehničkog sustava cestovnog prometa. Temeljni elementi tehničkoga sustava cestovnog prometa su cestovna prijevozna sredstva, cestovna prometna infrastruktura i informacijski sustav.

Autobus kao glavno prijevozno sredstvo, putničko motorno vozilo koje služi za javni prijevoz većeg broja putnika u cestovnom prometu (obično se automobilom naziva vozilo koje prevozi do osam putnika, a od devet naviše takvo vozilo zove se mini bus ili autobus). On je javno cestovno putničko sredstvo s gumenom oblogom na naplaticima kotača, a koje se snagom vlastitoga, načelno dizelskog motora, kreće po cestovnoj i/ili uličnoj transportnoj mreži uz mogućnost prilagođavanja trenutno vladajućim eksploatacijskim uvjetima djelovanja unutar mješovitog prometa.

Autobus ostvaruje pogon u većini slučajeva, dizelskim motorom koji je ugrađen u njega. Kreće se po određenim rutama unutar postojeće gradske, prigradske i međugradske cestovne mreže uz mogućnost izmjena ruta uslijed promjene prometne regulacije uzrokovane raznim okolnostima, primjerice prometne nezgode, radova na cesti, političkih, sportskih ili kulturnih događanja.

Gradski, prigradski i međugradski tipovi autobusnog nadgrađa upotrebljavaju se u linijskome putničkome cestovnom prijevozu. Autobusi turističkoga tipa (nadgrađa) upotrebljavaju se na različitim transportnim relacijama (najčešće su to i najdulje relacije u cestovnom prijevozu putnika) ovisno o različitim čimbenicima.

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.

Javni gradski prijevoz putnika jedan je od najdominantnijih prijevoznih oblika u svijetu pa je stoga potrebno konstantno unaprijeđivati kakvoću prijevozne usluge. 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 ovome završnom radu provedena je i analiza tehničko – tehnoloških značajki autobusa u gradskom prometu različitih maraka i kapaciteta. Za analizu su korišteni prikupljeni podaci o tehničkim značajkama autobusa i 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). Prilikom usporedbe nekoliko tipova autobusa vidljivo je to 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.

Znanost o prometu koristi tehničko-tehnološka i znanstvena načela za funkcionalno projektiranje, planiranje, rad i upravljanje svim prometnim objektima za sve prometne grane kako bi se omogućio što sigurniji, udobniji, brži, pogodniji, ekonomičniji i ekološki prihvatljiviji prijevoz, odnosno kretanje robe i ljudi.

1.1.1 Stalni razvitak znanosti donosi posljedično i stalni tehnički razvitak što dovodi do toga da se u određenom relativno kratkom (s obzirom na eksponencijalni porast ukupnoga ljudskog znanja i znanstvenih spoznaja) i sve kraćem razdoblju dostiže optimum tehnoloških rješenja kojima se odgovara na potražnju za prijevoznim uslugama u cestovnome putničkom prijevozu.

[1] Vukobratović, J.: *Uvod u inženjering i dizajn: stvaranje i poboljšanje proizvoda*, Školska knjiga Zagreb, 2013.

Baron, M.: *Uvod u inženjering i dizajn*, Školska knjiga Zagreb, 2013.

[2] Vukobratović, J.: *Uvod u inženjering i dizajn: stvaranje i poboljšanje proizvoda*, Školska knjiga Zagreb, 2013.

Zagreb, 2013.

[3] Vukobratović, J.: *Uvod u inženjering i dizajn: stvaranje i poboljšanje proizvoda*, Školska knjiga Zagreb, 2013.

Zagreb, 2013.

[4] Vukobratović, J.: *Uvod u inženjering i dizajn: stvaranje i poboljšanje proizvoda*, Školska knjiga Zagreb, 2013.

Zagreb, 2013.

[5] Vukobratović, J.: *Uvod u inženjering i dizajn: stvaranje i poboljšanje proizvoda*, Školska knjiga Zagreb, 2013.

Ivan Šikulec:



LITERATURA

1. KNJIGE

- [1] Bošnjak, M.: *Sredstva i eksploatacija sredstava cestovnog prometa*, skripta, Veleučilište Nikola Tesla u Gospiću, Gospić, 2017.
- [2] Gattermann, G.: *OMNIplus Eko trening, Norme ispušnih plinova, alternativni pogon*, Servis Mercedes-Benz / Setra, Njemačka, 2013
- [3] Legac I.: *Gradske prometnice*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2011.
- [4] Štefančić G.: *Tehnologija gradskog prometa I*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2008.
- [5] Topenčarević, Lj.: *Organizacija i tehnologija drumskog transporta*, Građevinska knjiga, Beograd, 1987.
- [6] Zavada, J.: *Vozila za javni gradski prijevoz*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2006.
- [7] Županović, I.: *Tehnologija cestovnog prijevoza*, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2002.

2. INTERNETSKE STRANICE:

- [8] <http://www.prometna-zona.com/>
- [9] www.bus.man.eu
- [10] <https://www.busnews.com.au/spec/detail/iveco-daily-mini-bus-shuttle-16-seat-63873>
- [11] <https://autoline.hr/-/turisticki-autobusi>
- [12] <https://www.molnartravel.hr/najam-autobusa>
- [13] www.omniplus.com
- [14] <https://www.interline.de/en/coaches/coach-mercedes-benz-travego-v45-en>
- [15] <https://www.iveco.com/ivecobus/en-us/products/pages/crossway.aspx>

3. ZAKONSKI PROPISI

- [13] Službeni list Europske unije: *Direktiva vijeća 96/53 EZ 235/59*, Brisel, 17. 09. 1996.

POPIS SLIKA

Slika 1. Shematski prikaz normiranoga dvoosovinskog autobusa	8
Slika 2. Shematski prikaz normiranoga troosovinskog autobusa	8
Slika 3. Shematski prikaz različitih konstrukcijskih izvedbi autobusa	12
Slika 4. Shematski prikaz gradskoga niskopodnog autobus MAN Lion's City	12
Slika 5. Shematski prikaz gradskoga niskopodnoga zglobnog autobusa MAN Lion's City G	12
Slika 6. Prigradski autobus MAN Lyon's City LE	14
Slika 8. Dio unutrašnjosti Mercedes-Benz Travega ⁵	15
Slika 9. Vanjski izgled Mercedes-Benz Travega ⁵	15
Slika 7. Minibus ¹⁰	17
Slika 8. Primjer normirane izvedbe troosovinskog autobusa Mercedes - Benz Travego	19
Slika 9. Primjer izvedbe katnoga troosovinskog autobusa turističke namjene	20
Slika 10. Grafički prikaz tijeka primjene Euro-normi s obzirom na pojedine elemente ispušnih plinova	24
Slika 11. Dijagram vanjske brzinske značajke motora OM 457	26
Slika 19. Grafički prikaz odnosa kapaciteta autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz ¹⁰	36
Slika 20. Odnos kapaciteta stajaćih i sjedećih putničkih mjesta autobusa gradskog tipa marke MAN ¹⁰	36
Slika 21. Odnos specifične snage vozila autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes Benz. ¹⁰	37
Slika 22. Odnos pokazatelja omjera vlastite mase vozila i efektivne snage motora između autobusa ¹⁰	37
Slika 23. Odnos pokazatelja autobusa gradskog tipa marke MAN, IVECO i Mercedes-Benz prema vanjskoj gabaritnoj površini. ¹⁰	38

POPIS TABLICA

Tablica 1. Euro-norme prema tijeku primjene i dopuštenim emisijama [gr/kWh]	23
Tablica 2. Prikaz potrošnje goriva i emisije CO ₂	25
Tablica 3. Tehnološke značajke standardnog autobusa gradskog tipa modela marke ³	35