

Trendovi i perspektive primene autobusa na električni pogon u gradovima Evrope i sveta

SLOBODAN M. MIŠANOVIĆ, JKP GSP „Beograd“

Stručni rad

UDC: 656.132.025.6:629.038

DOI: 10.5937/tehnika2206751M

Električni autobus (engl. Electric bus) ili skraćeno E-bus je novi koncept ekološki prihvatljivog i energetski efikasnog autobusnog podsistema javnog gradskog prevoza, koji je sve prisutniji u mnogim gradovima širom sveta. Uvođenje ove vrste autobusa ima stalni uzlazni trend i glavna je alternativa konvencionalnim autobusima. U radu je data kratka hronologija najvažnijih događaja vezanih za primenu i uvođenje električnih autobusa širom sveta, trenutno stanje u pogledu broja vozila u funkciji, pregled tržišta električnih autobusa, kao i budući pravci daljeg razvoja i implementacije ovog novog koncepta u sistemu javnog prevoza, sa posebnim osvrtom na Evropu.

Ključne reči: E-bus, javni gradski prevoz putnika, politika razvoja

1. UVOD

Sektor transporta zauzima značajno mesto u zadovoljavanju potreba društva u transportu robe i putnika, ali je istovremeno i izvor emisije štetnih gasova i ugljen-dioksida kao posledica sagorevanja fosilnih goriva. Upotreba fosilnih goriva je direktno proporcionalna industrijskom i ekonomskom razvoju zemlje, regiona ili grada [1].

U 2020. godini emisija ugljen-dioksida (CO₂) koja potiče iz sektora transporta iznosila je 24% [2], kao posledica sagorevanja fosilnih goriva, pre svega naftnih derivata što je udeo od 57% ukupne potrošnje nafte na globalnom nivou [3].

Prema Boroviku, trenutno 75% stanovništva u Evropi živi u gradovima, što će dovesti do daljeg povećanja emisije ugljen-dioksida i zagađenja koje uzrokuje saobraćaj i transport [4].

Trendovi porasta broja stanovnika u gradovima utiču i na povećanje broja vozila, što nameće sve veći značaj primene alternativnog pogona u vozilima (električna energija, vodonik, prirodni gas i dr.) i korišćenja obnovljivih izvora energije. U sektoru transporta veoma je značajna delatnost prevoza putnika. Autobuski podsistem javnog gradskog prevoza u gradovima jedan je od najvažnijih

segmenata urbanog života grada.

Primena potpuno električnog pogona u autobusima za javni gradski prevoz trebalo bi da dodatno smanji nivo emisije štetnih gasova saobraćaja u gradovima, poveća energetska efikasnost i doprinese strategiji korišćenja vozila sa nultom emisijom u gradovima, koja je planirana nakon 2050. godine [5, 6]. Ubrzani razvoj tehnologije baterija i sistema za punjenje doprineo je da koncept električnih autobusa od 2008. godine bude sve prisutniji u mnogim gradovima, pre svega u Kini, Evropi, Severnoj i Južnoj Americi. Može se smatrati da koncept električnog pogona danas ima najveću perspektivu za upotrebu u autobusima koji se koriste u sistemu javnog prevoza, s obzirom na to da performanse električnih autobusa u pogledu eksploatacionih zahteva (autonomija, prevoznik kapacitet, vreme punjenja) imaju takav dostignut nivo da mogu biti uspešna zamena za autobuse na konvencionalni pogon [7].

2. ISTORIJSKI PRIKAZ

Korišćenje električne energije za pogon drumskih vozila je dobro poznat koncept od 1881. godine kada je Trouve konstruisao prvo električno drumsko vozilo u Francuskoj. Prvo komercijalno električno vozilo bilo je Elektrobet-Henrija Morisa i Pedra Saloma iz 1894. godine, koje je korišćeno kao taksi vozilo u Njujorku [8]. Može se smatrati da je to bilo prvo drumsko vozilo namenjeno za javni prevoz putnika.

Koncept gradskog autobusa na električni pogon prvi put je predstavljen u Frankfurtu 1969. godine kada

Adresa autora: Slobodan Mišanović, Kneginje Ljubice 29, Beograd

e.mail: slobodan.misanovic@gsp.co.rs

Rad primljen: 11.07.2022.

Rad prihvaćen: 16.11.2022.

je Mercedes-Benz predstavio prvi hibridni, dizel-električni autobus. Do 1979. su trajala testiranja i kontinuirano usavršavanje hibridnog koncepta pogona u autobusima javnog prevoza, da bi od 1979. godine ukupno 13 gradskih solo dizel-električnih autobusa Mercedes-Benz OE 305, bilo u redovnom saobraćaju [9].

Nemački proizvođač autobusa MAN je 1982. godine proizveo autobus MAN SL-E200, koji je bio isključivo električni, koji se može smatrati prvim modelom autobusa sa potpuno električnim pogonom. Ovaj tip autobusa je vukao prikolicu sa baterijama, slika 1 [10].



Slika 1 - MAN SL-E300

Primena ovog koncepta bila je neodrživa zbog izuzetno velike mase vozila, male autonomije, kao posledica malog kapaciteta baterija (akumulatora), dugog vremena punjenja, kao i neophodne zamene baterija (akumulatora) na terminusu nakon svakog poluoobra.

Uvođenje autobusa na hibridni pogon bila je prva faza primene električnog pogona. Prva primena dizel-električnih gradskih autobusa u Japanu počela je 1991. godine kada je proizvođač Hino isporučio autobuse u osam gradova. U SAD i Kanadi značajna upotreba dizel-električnih autobusa otpočela je od 1997. godine, tako da je njihov broj u 2010. godini iznosio 6.300, čime su postali lideri u upotrebi ovog tipa autobusa. U Evropi se značajno uvođenje hibridnih autobusa beleži od 2006. godine, kada je London nabavio 56 hibridnih autobusa. Od tada su i drugi evropski gradovi počeli da uvode hibridne autobuse, tako da je 2012. godine u eksploataciji bilo oko 1.191 autobusa ovog tipa [11].

Početak upotrebe potpuno električnih autobusa, kao novog koncepta u sistemu javnog gradskog prevoza, smatra se 28. avgust 2006. godine, kada je u Šangaju (Kina) na liniji br. 11, počeo da se koristi ovaj koncept pogona gradskih autobusa. Kineski proizvođač autobusa HIGER proizveo je gradski solo autobus koji je koristio superkondenzator za skladištenje električne energije proizvođača AOWEI (slika 2) [12].

Superkondenzator se dopunjavao na svakom stajalištu tokom stajanja autobusa (slika 3). Autonomija je bila ograničena na jedno međustanično rastojanje.



Slika 2 - E-bus Higer



Slika 3 - Prva E-bus linija br.11 u Šangaju

Od tada do danas, ubrzani razvoj tehnologije skladištenja električne energije pomoću baterija i superkondenzatora i razvoj sistema brzog punjenja uticali su na to da koncept električnog autobusa u poslednjih nekoliko godina bude prisutan u mnogim gradovima širom sveta.

3. UVOĐENJE AUTOBUSA NA ELEKTRIČNI POGON U AZIJI

Kina je svetski lider u proizvodnji električnih autobusa i njihovoj primeni u mnogim sistemima javnog gradskog prevoza. Demonstracija rada potpuno električnog autobusa u Pekingu 2008. godine tokom Olimpijskih igara otvorila je novo poglavlje u razvoju ovog koncepta pogona. Već 2010. godine na kineskom tržištu postoje potpuno električni solo autobusi dužine 12 metara, koji mogu postići autonomiju od 250 do 300 km, sa jednim punjenjem.

U 2017. godini bilo je oko 345.000 električnih autobusa u eksploataciji širom sveta, od čega je 343.500 vozila ili 99,5% u Kini [13]. Od tog broja, procenjuje se da je oko 300.000 potpuno električnih autobusa koji koriste baterije kao sistem za skladištenje električne energije. Trend porasta autobusa na električni pogon nastavljen je u 2018-2020. godini tako da je u maju 2020. godine ukupni broj E-buseva u Kini bio oko 420.000, što je 99% od ukupnog broja E-buseva u svetu [14].

Uvođenje električnih autobusa u kineskim gradovima je državni projekat, kao jedna od mera za smanjenje zagađenja vazduha, posebno u velikim gradovima: Peking, Šangaj, Šenžen itd. Grad Šenžen je prvi

grad u svetu koji od 2018. godine ima 16.500 električnih autobusa u radu, čime je autobuski podsistem javnog gradskog prevoza u potpunosti na električni pogon [7].

U 2020. godini najveći broj autobusa na električni pogon je u provinciji Guangdong 86.000 vozila a slede provincije Shandong 45.000, Jiangsu sa 20.000 vozila... [15]. Obim proizvodnje „novih energetske autobusa“, koji je zvanični naziv u Kini za električne autobuse, dostigao je rekordan broj od 135.305 vozila u 2016. godini [16]. Najveći proizvođači su kompanije: Yutong (19%), BYD (13%), Zhontong (10%), Yinlong (7%). U 2018. godini, najveći svetski proizvođač električnih autobusa, Yutong, sa prodatih 24.748 „novih energetske autobusa“, od kojih je 22.744 potpuno električnih autobusa na baterije [17].

Indija predstavlja veliko tržište gradskih autobusa čija godišnja prodaja u 2017. godini iznosi oko 70.000 autobusa svih pogona. U 2018. godini na ovom tržištu su prodana 932 električna autobusa i predstavljaju veliki potencijal na azijskom tržištu [16]. Trend nabavke autobusa na električni pogon nastavljen je tokom 2020. i 2021. godine tako da na početku 2022. godine 386 E-buseva je u eksploataciji u Mumbaju, 300 E-buseva u Delhiju, a 200 E-buseva u Ahmedabadu [15].

Od ostalih azijskih zemalja i gradova, značajna je upotreba električnih autobusa u Singapuru, gde je nakon perioda testiranja od novembra 2016. do maja 2017. godine sa E-busevima proizvođača BYD na tri gradske linije, 2019. godine nabavljeno još 60 E-buseva i 50 hibridnih plugin (engl. *plug-in*) autobusa proizvođača Volvo. Država/grad Katar je u 2021. godini ugovorio kupovinu 741 E-busa. Planirana je isporuka svih vozila do početka Svetskog prvenstva u fudbalu koje će se održati u novembru 2022. godine [15].

4. UVOĐENJE AUTOBUSA NA ELEKTRIČNI POGON U EVROPI

Početak uvođenja potpuno električnih autobusa u Evropi datira od 2013. godine, kada su u nekim gradovima: Rotterdam, Milan, Barselona, Bremen, London, Kopenhagen, Hamburg itd., vršena probna ispitivanja, najčešće sa po jednim ili dva E-busa [18]. Važan korak u većoj upotrebi i afirmaciji električnih autobusa bio je projekat ZeEUS (engl. Zero emission urban System) koji je Evropska unija pokrenula u periodu 2013-2017. godine.

Cilj projekta je bio da se ispituju i razmotre eksploatacioni, ekološki, ekonomski i socijalni aspekti korišćenja električnog koncepta gradskih autobusa. U projektu je učestvovalo 40 partnera iz različitih oblasti [16]. Pored ZeEUS projekta, kao najznačajnijeg, mnogi gradovi u Evropi pokrenuli su sopstvene projekte uvođenja električnih autobusa: Amsterdam, Geteborg,

Berlin, Beč, Sofija, Beograd, itd. Prema zvaničnim rezultatima izveštaja ZeEUS projekta objavljenim u oktobru 2017. godine u Evropi je bilo 859 električnih autobusa u 90 gradova [16].

Od ukupnog broja potpuno električnih autobusa, njih 67% koriste baterije za skladištenje električne energije, 2% koriste superkondenzatore, 12% su sa hibridnim pogonom (Plugin) i 19% su trolejbusi sa baterijom za autonomno kretanje [16].

Trend povećanja broja električnih autobusa nastavljen je i 2018. godine kada su prvi put registrovana 562 nova baterijska autobusa u EU, što je predstavljalo oko 5% godišnje prodaje autobusa za javni prevoz u EU [7]. Trend porasta prvi put registrovanih E-buseva nastavljen je u 2019. godini kada je do 1. oktobra nabavljeno 1.123 električnih autobusa [7].

Značajan porast broja prvi put registrovanih autobusa na električni pogon prisutan je tokom 2020. i 2021. godine u državama EU, Ujedinjenog Kraljevstva, Norveške, Islanda i Švajcarske. Trend povećanja E-buseva u 2021. godini u odnosu na 2020. godinu iznosi 48,6%, kako je prikazano u tabeli 1 [19].

Tabela 1. Broj prvi put registrovanih E-buseva u EU, Ujedinjenom Kraljevstvu, Norveškoj, Islandu i Švajcarskoj [19]

Proizvođač	2020.godina	2021.godina
Solaris	406	390
BYD-ADL	190	375
Mercedes	98	333
Yutong	153	303
Iveco Bus	113	274
BYD	412	257
Volvo	217	211
Irizar	25	201
VDL	127	178
MAN	25	134
Ebusco	109	132
Ukupno	1.875	2.788

U 2021. godini u zemljama Evropske unije prvi put je registrovano ukupno 15.061 novih autobusa za gradski prevoz na sve pogone. Vozila sa malom (engl. low-emission) i nultom emisijom (engl. zero-emission) štetnih gasova činila su 66,4% tržišta novih autobusa od čega potpuno električni sa baterijama 18,5%, [15].

Osim u državama EU i EEP (evropski ekonomski prostor koji obuhvata Švajcarsku, Norvešku, Island i Lihtenštajn), trend uvođenja autobusa na električni pogon prisutan je i u Ruskoj Federaciji. U septembru 2018. godine, grad Moskva je uveo u rad prvih 15 električnih autobusa. U 2019. godini realizovana je nabavka 285 električnih autobusa proizvođača

KAMAZ i GAZ, čime je Moskva svrstana u red vodećih gradova van Kine po broju električnih autobusa. Trend uvođenja električnih autobusa u Moskvi nastavljen je 2020. godini, kada je bilo 600 E-buseva na 24 gradske linije [20]. Trend nabavke novih E-buseva nastavljen je 2021. godine, kada je ukupni broj autobusa na električni pogon dostigao broj od 1.000 vozila. U tabeli 2. dat je prikaz gradova u Evropi sa najvećim brojem E-buseva u eksploataciji [15, 20].

Tabela 2. Broj E-buseva u nekim gradovima Evrope

Grad	Broj E-bus	Proizvođač, tip
Moskva	1.000	Kamaz, Liaz, solo
London	728	BYD-ADL, dabldeker
Pariz	400	Bluebus, solo
Milano	265	Solaris, solo
Varšava	162	Solaris, solo
Geteborg	145	Volvo, solo
Amsterdam	131	VDL, zglob
Berlin	138	Solaris, solo
Hamburg	101	Mercedes, solo
Bergen	103	Yutong, solo
Madrid	81+56	Irizar, solo

Na području Jugoistočne Evrope, Grad Beograd je lider u implementaciji koncepta autobusa na električni pogon. Ukupno 15 E-buseva kineskog proizvođača Higer (slika 4) je u eksploataciji na dve gradske linije. Prva linija EKO 1 (Vukov spomenik-naselje Belvil) na kojoj isključivo rade autobusi na električni pogon puštena je u rad 1.09.2016. godine, dok je druga linija EKO 2 (Sportski centar Milan Gale Muškatirović-Beograd na vodi) puštena u saobraćaj 24.1.2022. godine. U narednom periodu Grad Beograd je akcionim planom za poboljšanje kvaliteta vazduha u aglomeraciji Beograda do 2025. godine planirao nabavku još 40 autobusa na električni pogon i 80 trolejbusa sa automnim pogonom [21].



Slika 4 - E-bus Higer KIQ6125GEV3 u Beogradu

5. UVOĐENJE AUTOBUSA NA ELEKTRIČNI POGON U SEVERNOJ I JUŽNOJ AMERICI

U SAD je uvođenje prvih električnih autobusa počelo 2013. godine kada su 24 autobusa na baterije prvi

put puštena u rad. Ovi autobusi su se koristili u međugradskom prevozu [22]. Prema podacima iz avgusta 2018. [23], ukupan broj potpuno električnih autobusa bio je 1.650, od čega 67 autobusa sa pogonom na gorive ćelije. Od tog broja 877 potpuno električnih autobusa registrovan je u Kaliforniji, što je činilo 53% od ukupnog broja. U 2020. godini ukupni broj E-buseva u SAD dostigao je broj od 2.800 vozila [24], dok je na kraju 2021. godine ukupni broj 3.364 od čega 169 sa pogonom na gorive ćelije [15].

U Kanadi, prvi test sa potpuno električnim autobusom sproveden je tokom 2013-2014. godine od strane kompanije STL (fr. Societe de Transport de Laval). U 2016. godini kompanija, STM (fr. Société de Transport de Montréal) pustila je u rad 3 autobusa na potpuno električni pogon što predstavlja početak primene ovog koncepta u sistemu javnog prevoza Montreala koji ima izuzetno zahtevnu eksploataciju u zimskom periodu [25]. Grad Toronto je 2018. godine sproveo testiranje sa 10 električnih autobusa različitih proizvođača: BYD, Proterra, New Flyer, nakon čega je kupljeno je 20 električnih autobusa. Na kraju 2021. godine u Kanadi u radu je 569 električnih autobusa sa baterijama i 10 na gorive ćelije [15].

U Južnoj Americi, prvi test sa dva potpuno električna autobusa, kineskog proizvođača BYD sproveden je u kompaniji Transantiago-Santiago de Čile u novembru 2017. Na osnovu pozitivnih rezultata ispitivanja u novembru 2018. godine izvršena je nabavka 100 električnih solo autobusa BYD. Na predlog Vlade Čilea u cilju uvođenja novih ekoloških autobusa sa nultom emisijom štetnih gasova i zamene autobusa sa dizel gorivom, usvojena je kao državna strategija [7]. Krajem marta 2021. godine u Santjago de Čile je bilo u eksploataciji 776 električnih autobusa [25]. Električni autobusi se masovno koriste u Bogoti (Kolumbija) 655, kao i u Meksiko sitiju (Meksiko) i Medeljinu (Kolumbija) [15]. U Argentini, od jula 2019. godine, 12 E-buseva proizvođača BYD i 6 vozila proizvođača Zhongtonga su u redovnom saobraćaju u gradu Mendoza. Od 28.05.2020. godine u glavnom gradu Urugvaja, Montevideu u redovnom saobraćaju je 20 električnih autobusa proizvođača BYD [27]. Južnoamerički gradovi: Buenos Aires, Panama Siti, San Hoze planiraju kupovinu električnih autobusa u bliskoj budućnosti [7].

6. PREGLED TRŽIŠTA AUTOBUSA NA ELEKTRIČNI POGON

Autobusi na električni pogon, kao relativno nova tehnologija su predmet stalnog usavršavanja i napretka pre svega sistema za skladištenje električne energije (baterije, superkondenzator), sistema za punjenje električnom energijom vozila, sistema za kontrolu i upravljanja vučom, optimizacije potrošnje energije,

smanjenje mase praznog vozila. U ovom trenutku gotovo svi svetski proizvođači autobusa u svom proizvodnom programu imaju i autobuse na električni pogon različitih dužina: midi (8÷9 m), solo (11÷13 m), zglobni (18÷19 m) i dvozglobni (24÷27 m), koji su postali deo standardne ponude na tržištu autobusa [7]. Prema Izveštaju br. 2 projekta ZeEUS, (E-bus report#2), iz oktobra 2017. godine na tržištu Evrope registrovana su 32 proizvođača autobusa na električni pogon i 8 proizvođača opreme i sistema za punjenje električnom energijom [16]. Najzastupljeniji proizvođači autobusa na električni pogon trenutno prisutni na Evropskom tržištu su: BYD, VDL, Solaris, Volvo, Kamaz, GAZ, Yutong, Ebusco, Optare, Caetano, Skoda, Irizar i Van Hool. Vodeći proizvođači opreme i sistema za punjenje električnom energijom autobusa na električni pogon su: ABB, Siemens, Shunk, Jema Energy, Bombardier Primove i dr.



Slika 5 - E-bus BYD E12



Slika 6 - E-bus Solaris Urbino E18

7. TRENDOVI BUDUĆEG RAZVOJA AUTOBUSA NA ELEKTRIČNI POGON U EVROPI

Evropska Unija je 2014. godine usvojila Direktivu 94/2014/EC koja se odnosi na veću primenu alternativnih goriva za komercijalna vozila u javnom sektoru za zemlje Evropske Unije [28]. Poseban akcenat dat je na korišćenje sledećih energenata:

- Električna energija,
- Vodonik,
- Biogoriva,
- Sintetička goriva,
- Prirodni gas (KPG, TPG), uključujući biometan i
- Tečni naftni gas (TNG).

U 2019. godini doneta je tzv. Direktiva o čistim vozilima (engl. Clean Vehicle Directive) 2019/1161,

koja u sektoru komercijalnih vozila (kategorije N2, N3 i M3) definiše [29]:

- Vozila sa „nultom emisijom“ štetnih gasova (engl. zero-emission), koja nemaju motore sa unutrašnjim sagorevanjem i čija emisija CO₂ ne prelazi 1 g/kWh po kriterijumima Uredbe EZ 595/2009, odnosno 1 g/km po kriterijumima Uredbe EZ 715/2007. U ova vozila ubrajaju se autobusi na električni pogon (sa baterijom ili superkondenzatorom), autobusi sa pogonom na gorive ćelije (engl. Fuel cell) i trolejbusi kada rade u autonomnom režimu i koriste električnu energiju iz baterije.
- Vozila sa malom emisijom štetnih gasova (engl. low-emission) koja koriste neko od alternativnih goriva definisanih Direktivom 94/2014/EC. U ova vozila ubrajaju se autobusi na hibridni pogon (Plugin), standardni hibrid i autobusi na KPG (komprimovani prirodni gas).

Direktiva o čistim vozilima 2019/1161, stupila je na snagu u avgustu 2021. godine i obavezujuća je za države članice EU. Ona definiše zastupljenost autobusa klase M3 (autobusi za gradski prevoz putnika) sa malom i nultom emisijom u nabavci novih vozila, kako je prikazano u tabeli 3.

Tabela 3. Zastupljenost u nabavci novih autobusa za period 2. avgust 2021 - 31. decembar 2025, prema Direktivi 2019/1161

Država EU	Autobusi klase M3 sa malom emisijom etnih gasova	Autobusi klase M3 sa „nultom“ emisijom štetnih gasova
Luksemburg	45%	22,5%
Švedska	45%	22,5%
Danska	45%	22,5%
Nemačka	45%	22,5%
Holandija	45%	22,5%
Austrija	45%	22,5%
Belgija	45%	22,5%
Italija	45%	22,5%
Irska	45%	22,5%
Španija	45%	22,5%
Kipar	45%	22,5%
Malta	45%	22,5%
Francuska	43%	21,5%
Češka	42%	21%
Litvanija	42%	21%
Finska	41%	20,5%
Mađarska	37%	18,5%
Portugal	35%	17,5%

Država EU	Autobusi klase M3 sa malom emisijom etnih gasova	Autobusi klase M3 sa „nultom“ emisijom štetnih gasova
Letonija	35%	17,5%
Slovačka	34%	17%
Bugarska	34%	17%
Grčka	33%	16,5%
Poljska	32%	16%
Estonija	31%	15,5%
Slovenija	28%	14%
Hrvatska	27%	3,5%
Rumunija	24%	12%

Za period od 1. januara 2026. godine do 31. decembra 2030. godine zastupljenost u nabavci autobusa klase M3 sa malom i nultom emisijom biće proporcionalno uvećana za 44% u poređenju sa prethodnim periodom.

8. ZAKLJUČAK

Na osnovu trendova povećanja broja električnih autobusa u eksploataciji širom sveta, velikog broja tenderskih procedura vezanih za kupovinu električnih autobusa, sve veće ponude na tržištu kod skoro svih proizvođača autobusa, pozitivnih iskustava u radu kao i zakonske regulative koja propisuje sve veće učešće „čistih“ i vozila sa „nultom“ emisijom u transportnim sistemima gradova, što se najbolje vidi na primeru zemalja članica EU, proizilazi da će u narednim godinama prisustvo električnih autobusa rasti u sistemima javnog prevoza mnogih gradova Evrope i sveta, kao glavne alternative konvencionalnim autobusima.

Republika Srbija kao država kandidat za ulazak u EU u decembru 2021. godine otvorila je Klaster 4 (energetika, ekologija, klimatske promene). Navedene direktive koje se odnose na upotrebu alternativnih goriva i nabavku autobusa sa malom i nultom emisijom, predstavljaju primer dobre prakse i mogućnost poređenja sa državama EU koje su približnog ekonomskog razvoja u dostizanju zadatih kvota koje se odnose na nabavku novih autobusa za gradski prevoz.

LITERATURA:

- [1] Werner Z, *Alternative World Energy Outlook 2005 a possible path towards a sustainable future*, Conference „The soul of the empire“, workshop 3: „Mankind on a hot tin roof. Kyoto heretics braving the greenhouse effect“, Rimini, 28-30 October, 2005.
- [2] International Energy Agency: Transport-improving the sustainability of passenger and freight transport. 2020, <https://www.iea.org/topics/transport>, pristupljeno sajtu 12.07.2021.godine
- [3] International Energy Agency: Global Energy Review 2020: The impacts of COVID-19 on global energy, <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020/oil#a>, pristupljeno sajtu 12.07.2021.godine
- [4] Lech Borowik, Artur Cywinski: Modernization of a trolleybus line system in Tychy as an example of eco-efficient initiative towards a sustainable transport system. *Journal of Cleaner Production*, Volume 117, Pages 188-198, 2016.
- [5] EC 2011a: *European Commission White Paper, Road to a Single European Transport Area e Towards a Competitive and Resource Efficient Transport System*, Brussels: EC, 2832011 COM (2011) 144 Final, 2011.
- [6] Clean Buses: *Experiences with Fuel and Technology Options*, Clean fleets, February 2014, https://cleanfleets.eu/fileadmin/files/Clean_Buses_-_Experiences_with_Fuel_and_Technology_Options_2.1.pdf
- [7] Mišanović S. *Energetske i ekološke performanse autobusa na električni pogon u sistemu transporta putnika*, doktorska disertacija, Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, 2021.
- [8] Živanović Z, Nikolić Z. *The Contribution and Prospects of the technical development on implementation of electric and hybrid vehicles*, (Book chapter 2). In:Stevic Z. (ed) *New generation of electric vehicles*, InTech, Rijeka, pp. 29-66, ISBN 978-953-51-0893-1, 2012.
- [9] Živanović Z, Nikolić Z, *The Application of Electric Drive Technologies in City Buses*,(Book chapter 6). In:Stevic Z. (ed) *New generation of electric vehicles*, InTech, Rijeka, pp. 165-203, ISBN 978-953-51-0893-1, 2012.
- [10]Putz R, *Options for fully electrified operation of urban bus line (EBSF Study)* - Landshut University of Applied Sciences, Brussels, 2012.
- [11]Misanovic S, Exploitation and environmentally aspects of hybrid buses in European cities *International Congress Motor Vehicles & Motors 2012*, Kragujevac, 3-5 pp.280-288, ISBN 978-86-86663-91-7, October 2012.
- [12]AOWEI TECHNOLOGY: <http://www.aowei.com/en/program/applicationinfo-16.html>, pristupljeno sajtu 21.01.2016. godine
- [13]International Energy Agency: Global EV Outlook 2017: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVOutlook2017.pdf>, pristupljeno sajtu 19.11.2018. godine
- [14]MarketWatch, China Electric Bus Report 2019:By Key Players, End-User,Type,Market Share, Forecast to 2025. Retrived from<https://www.marketwatch.com/press-release/china-electric-bus-market-report-2019-by-keyplayers-end-user-type-market-share-forecast-to-2025-2021-02-12>, 2021.

- [15]ASSURED project: Clean Bus Report, 2022. <https://www.apta.com>, pristupljeno sajtu 15.12.2015 godine
- [16]ZeEUS: *E-bus report #2: An updated overview of electric buses in Europe*, 2017. <https://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-2.pdf>
- [17]Yutong Confidential: *Yutong bus introduction for EU*, 2017.
- [18]Zivanovic Z, Misanovic S, *Fully Electric Buses are Promising Technology in the Future*, International Congress "Motor Vehicles & Motors 2014", October 9th-10th, 2014, Kragujevac, Proceedings on CD, Introductory Lectures, MVM2014-IL8, pp. 81-106, ISBN 978-86-6335-010-6.
- [19] Sustainable Bus: <https://www.sustainable-bus.com/news/electric-bus-market>, pristupljeno sajtu 28.01.2022.godine
- [20]ГУП Мосгортранс: *Электробус для Москвы, апрель 2020*, (презентација у PPT).
- [21]Град Београд: План квалитета ваздуха у агломерацији Београда, *Службени лист града Београда*, година LXV број 46, 10. јун 2021. године
- [22]American Public Transportation Association: *Public Transportation Vehicle Database*. August 2014.
- [23]CALSTART Institute Pasadena: *A Survey of Zero Emission Buses Across America*, August 17th, 2018, Pasadena, <https://calstart.org/wp-content/uploads/2018/11/Breathing-Easy-August-2018.pdf>, pristupljeno sajtu 20.03.2019. godine
- [24]Sustainable Bus: Zero emission buses in the USA:+24% in 2020.2,800 delivered or ordered. Retrieved from <https://www.sustainable-bus.com/news/zero-emission-buses-north-america-2020/>, pristupljeno sajtu 21.7.2021.godine
- [25]STM Montreal: http://www.stm.info/en/about/major_projects/bus-network-electrification/electric-bus, pristupljeno sajtu 22.04.2019. godine
- [26]Bekkers H *The Technology and market of E-bus*, UITP E-bus trening Webinar, 21 January 2021.
- [27]Sustainable Bus: <https://www.sustainable-bus.com/electric-bus/byd-electric-buses-montevideo-uruguay-cutcsa/>, pristupljeno sajtu 30.05.2020.godine
- [28]Directive 94/2014/EC: *On the deployment of alternative fuels infrastructure*, 22 October 2014, L 307/1.
- [29]Directive (EU) 2019/1161 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019

SUMMARY

TRENDS AND PERSPECTIVES OF APPLICATION OF ELECTRIC BUSES IN THE CITIES OF EUROPE AND WORLDWIDE

The electric bus (E-bus) is a new concept of environmentally friendly and energy-efficient bus subsystem of public urban transport, which is increasingly present in many cities around the world. The introduction of this type of bus has a steady upward trend and is a major alternative to conventional buses. The paper gives a brief chronology of the most important events related to the application and introduction of electric buses around the world, the current state of the number of vehicles in operation, an overview of the electric bus market, and future directions of further development and implementation of this new concept in public transport, with a special emphasis on Europe.

Key Words: *E-bus, public transport, development policy*