

EFEKTI PRIMENE AUTOBUSA NA ELEKTRIČNI POGON U BEOGRADU NA LINIJI EKO 2 I PRAVCI BUDUĆEG RAZVOJA

EFFECTS OF THE APPLICATION OF ELECTRIC BUSES IN BELGRADE ON THE LINE EKO 2 AND THE DIRECTIONS OF THE FUTURE DEVELOPMENT

Dr Slobodan Mišanović¹

Stručni rad

DOI: 10.5937/IASSEM25100M

Rezime: Sistem javnog gradskog prevoza putnika predstavlja jednu od najznačajnijih funkcija svakog grada. Autobusi sa pogonom na konvencijalno gorivo (dizel, KPG) gorivo još uvek su najzastupljeniji pogonski sistem u većini gradova sveta tako i u Beogradu. Učešće autobusa na električni pogon ima izrazit trend porasta u gotovo svim razvijenim gradovima EU i sveta. Glavne prednosti upotrebe ovog koncepta pogona su ekološke prednosti i značajno veća energetska efikasnost u poređenju sa konvencionalnim autobusima. U radu će biti prikazani efekti primene autobusa na električni pogon u Beogradu na liniji EKO 2 sa osvrtom na tehničke performanse vozila, infrastrukture, energetske efikasnost i ekološke benefite upotrebe. Na kraju rada biće predstavljeni budući pravci razvoja E-mobilnosti koja podrazumeva prisustvo značajno većeg broja električnih autobusa u sistemu javnog prevoza Beograda.

Ključne reči: E-bus, E-mobilnost, energetska efikasnost, ekologija, razvoj

Abstract: The public urban passenger transportation system is one of any city's most important functions. Buses powered by conventional fuel (diesel, CNG) are still the most common drive system in most cities worldwide, including in Belgrade. The share of electric-powered buses has a distinct upward trend in almost all developed cities of the EU and the world. The main advantages of using this drive concept are environmental benefits and significantly higher energy efficiency compared to conventional buses. The paper will demonstrate the effects of the use of electric buses in Belgrade on the EKO 2 line with a focus on the technical performance of the vehicle, infrastructure, energy efficiency, and environmental benefits of use. At the end of the paper, future directions for the development of E-mobility, which implies the presence of a significantly larger number of electric buses in the public transport system of Belgrade, will be presented.

Keywords: E-bus, E-mobility, energy efficiency, ecology, development

¹ Dr Slobodan Mišanović, Menadžer za energetske performanse vozila, JKP GSP Beograd, e.mail: s.misanovic@yahoo.com

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 2023. godini emisija ugljen-dioksida (CO₂) koja potiče iz sektora transporta iznosila je 25% [2], kao posledica sagorevanja fosilnih goriva, pre svega naftnih derivata što je udeo od oko 57% ukupne potrošnje nafte na globalnom nivou [3]. Prema podacima UITP u 2018. godini učešće autobusa sa dizel pogonom u prodaji iznosila je oko 80% [4], da bi u 2023. godini njihovo učešće iznosilo ispod 40% [5]. Sistem javnog gradskog transporta putnika predstavlja jednu od najznačajnijih funkcija svakog grada. Autobusi sa pogonom na dizel gorivo još uvek su najzastupljeniji pogonski sistem u većini gradova sveta tako i u Beogradu, ali sa stalnim trendom smanjenja zastupljenosti. Primena autobusa sa potpuno električnim pogonom za javni gradski prevoz trebalo bi da dodatno smanji nivo emisije štetnih gasova u gradovima, poveća energetska efikasnost i doprinese strategiji korišćenja vozila sa nultom emisijom u gradovima, koja je planirana nakon 2050. godine [6,7]. 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, prevozni kapacitet, vreme punjenja) imaju takav dostignut nivo da mogu biti uspešna zamena za autobuse na konvencionalni pogon [8].

Evropska Unija je 2019. godine usvojila Direktivu 2019/1161 (EU Directive 2019/1161) o čistim vozilima (engl. Clean Vehicle Directive) koja u sektoru komercijalnih vozila (kategorije N2, N3 i M3) definiše [9]:

- 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 EU 595/2009, odnosno 1 g/km po kriterijumima Uredbe EU 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).

Prema EU-Direktivi o čistim vozilima 2019/1161, vozila sa nultom emisijom predstavljaju strategiju primene, tako da od 2033. godine autobusi sa nultom emisijom (E-bus, gorive ćelije) treba da imaju apsolutni primat u korišćenju u sistemu javnog gradskog transporta gradova. Prema navedenoj Direktivi sve zemlje članice EU moraju da prilikom nabavke novih autobusa imaju zastupljenost autobusa sa malom i nultom emisijom prema propisanoj kvoti. Za period do 31.12.2025. godine, najrazvijenije zemlje EU (Nemačka, Holandija, Švedska.....) moraju imati ukupno učešće u nabavci novih autobusa sa malom i nultom emisijom 44 % od čega 22% moraju biti autobusi sa nultom emisijom. Države članice EU koje su manje ekonomski razvijene (Bugarska, Rumunija, Hrvatska) imaju zadatu kvotu za učešće autobusa sa malom i nultom emisijom između 28% i 32% [9]. Važno je spomenuti i EU Direktivu 2014/94 [10], koja se odnosi na upotrebu alternativnih goriva u transportnom sektoru i to: Električna energija, prirodni gas, biometan, biogoriva, vodonik, sintetički dizel, tečni naftni gas, koja treba da smanje upotrebu fosilnih goriva (dizel, benzin) u transportnom sektoru.

Tendencije sve veće upotrebe autobusa sa nultom emisijom u koje spadaju autobusi na električni pogon, trolejbusi i autobusi sa pogonom na gorive ćelije (fuel cell) i malom emisijom štetnih izduvnih gasova u koje spadaju autobusi sa pogonom na KPG, može se videti preko trenda porasta broja novo registrovanih autobusa za javni gradski transport za države EU 27, tj. za Norvešku, Island i Švajcarsku u 2023. i 2024. godini. U 2023.godini evidentirano je: 6354 autobusa na električni pogon, 4022 autobusa na hibridni (dizel-električni pogon), 2883 autobusa na KPG i 181 autobus na vodonik (gorive ćelije), dok je broj novo registrovanih autobusa na električni pogon u 2024. godini iznosio 7779 što je porast od 22,4% u odnosu na 2023.godinu [11].

2 ISKUSTVA I EFEKTI UPOTREBE AUTOBUSA NA ELEKTRIČNI POGON NA LINIJI EKO 2 U BEOGRADU

Sistem javnog transporta putnika u Beogradu ima ukupno 1361 voznih jedinica, od čega autobuski podsistem učestvuje sa 1150 vozila u radu (oko 84% od ukupnog broja vozila). Respektivno posmatrano, od ukupnog broja autobusa koji se svakodnevno nalaze u eksploataciji, 486 autobusa pripada JKP GSP "Beograd" i 664 autobusa udruženjima privatnih prevoznika [12]. Autobusi sa dizel pogonom su najzastupljeniji i kao takvi su jedan od uzroka urbanog zagađenja i emisije izduvnih gasova u Beogradu. Glavni štetni sastojci emisije SUS motora koji koriste konvencionalno gorivo su: ugljen monoksid (CO), azotni oksidi (NOx), ugljovodonici (CxHy), mikro čestice (PM10), dim kao i emisija ugljen dioksida (CO2). Polazeći od činjenice da samo autobusi gradskog operatera JKP GSP "Beograd" za realizaciju planiranog godišnjeg transportnog rada, utroše oko 22.6 miliona litara evro-dizel goriva i oko 4.91 miliona kilograma KPG (komprimovani prirodni gas) [13], navodi na zaključak da se efekti smanjenja aero zagađenja u Beogradu mogu značajno postići efikasnim energetske i tehničko-tehnološkim upravljanjem, kao i sukcesivnom obnovom voznog parka sa ekološkim vozilima sa "nultom" i malom emisijom izduvnih gasova u autobuskom podsistemu javnog gradskog transporta. Na području Jugoistočne Evrope, Grad Beograd je lider u implementaciji koncepta autobusa na električni pogon. Ukupno 15 E-buseva kineskog proizvođača Higer (slika 1) je u eksploataciji na dve gradske linije. Osnovne tehničke karakteristike autobusa prikazani su u Tabeli 1.



Slika 1 E-bus Higer KLQ6125GEV3

Tabela 1. Tehničke karakteristike E-bus Higer

Dimenzije:	dužina,	širina,	visina:
12.000x2.550x3.680 mm			
Masa praznog vozila:	12.120 kg		
Broj mesta za sedenje/stajanje:	28/62		
Broj vrata:	3		
Maksimalna brzina:	70 km/h		
Pogonski elektromotor:	Siemens 1DB2016 6NBO6		
	permanentni magnet, centralna pozicija		
Max. snaga pogonskog elektromotora:	160/230 kW		
Maksimalni obrtni moment:	2500 Nm		
Kontroler pogona:	Siemnes ELFA 3		
Superkondenzator:	AOWEI		
Kapacitet:	40 kWh		
Vreme punjenja:	2-5 min		

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 (Dorćol/Sportski centar M.G. Muškatirović-Beograd na vodi) puštena u saobraćaj 24.1.2022. godine.



Slika 2 Trasa linije EKO2

Linija EKO 2 je tipična gradska linija. Srednja dužina linije iznosi 7.1 km, prosečna prevozna brzina je 13.8 km/h. Linija povezuje najatraktivnije gradske zone: Beograd na vodi, Trg Slavija, Trg Republike, Kalemegdan, Dorćol. Na liniji je u radu 8 vozila sa prosečnim intervalom nailazaka od 10 minuta [14].

Infrastruktura za brzo punjenje vozila (punjači) su postavljeni na terminusima linija. Punjači su povezani na AC distributivnu mrežu, preko trafostanica koje se nalaze u neposrednoj blizini punjača. Velika snaga punjača omogućuje vreme punjenje superkondenzatora kapaciteta od 40 kWh koji je ugrađen u E-bus Higer za samo 2 -5 minuta . Prikaz brzog punjača na terminusu Dorćol (Sportski centar) dat je na slici 3. Osnovne karakteristike punjača prikazane su u tabeli 2.



Slika 3 Infrastruktura za punjenje E-busa

Tabela 2. Tehničke karakteristike punjača	
Ulazni napon	3x380 V
Max.snaga	400 kW
Max.izlazni napon	750 V DC
Efikasnost punjenja	97%
Visina kontakta punjača	4.5-4.6 m

Uvođenje autobusa na električni pogon u redovnu eksploataciju na linijama EKO 1 i EKO 2 u Beogradu, interesantno je za analizu ekoloških efekata u poređenju sa autobusima koji imaju druge pogonske sisteme (dizel, KPG). U tom smislu mogu se analizirati aspekti uticaja na životnu sredinu neposrednog okruženja, gde se vozila nalaze u radu (lokalni nivo) koji se u literaturi naziva "od rezervoara do točka" (engl.Tank to Wheel-TTW) i ekološki uticaj na šire okruženje odnosno regiju ili državu koji je poznat kao analiza "od izvora do točka" (engl.Well to Wheel-WTW). U slučaju analize TTW, pogonski sistem autobusa na električni pogon nema emisiju: CO, NOx, CxHy, PM10, što ih čini ekološki najpodobnijim za rad na pre svega centralnim gradskim linijama i saobraćajnicama sa najvećim frekvencijama vozila, čime se na najbolji način doprinosi smanjenju uticaja emisije štetnih izduvnih gasova. Ekološki uticaj na lokalnom nivou je minimalan, s obzirom da jedini negativni uticaj na okruženje potiče od nastanka mikročestica i prašine usled kontakta pneumatika i puta, od trenja kočionih obloga i isparenja radnih fluida (ulje za podmazivanje transmisije, tečnosti protiv zamrzavanja, itd.) koji se mogu zanemariti. Način proizvodnje i prenosa električne energije od suštinskog je značaja kada se analiziraju uticaji ekološki performansi autobusa na električni pogon na

regionalnom ili državnom planu, odnosno analiza WTW. Analiza WTW emisije ugljen-dioksida je važna radi sagledavanja i poređenja nivoa emisije koju emituju autobusi sa različitim sistemima pogona, uključujući i autobuse na čisto električni pogon. Ovde je posebno važan aspekt emisije ugljen-dioksida koji nastaje u fazi proizvodnje električne energije, s obzirom da se električna energija dobija iz različitih izvora [8,15]. Na slici 4, predstavljen je tok električne energije od proizvodnje do krajnjeg korisnika (E-bus) [9].



Slika 4 Proizvodnja, prenos, distribucija i punjenje E-busa [9]

Analiza emisije CO₂ od izvora do točka (WTW) koja potiče od autobusa na električni pogon zasniva se na činjenici da je proizvodnja električne energije u Republici Srbiji dominantno iz termoelektrana sa zastupljenosti oko 70%. Ostatak proizvodnje potiče iz hidroelektrana oko 27%, solarnih panela i vetrogeneratora 3%. Obzirom da je učešće proizvodnje električne energije iz termoelektrana 70%, standardni emisijski faktor CO₂ (g/kWh) u proizvodnji električne energije je 774 g/kWh [8].

Rezultati merenja prosečne potrošnje energije za autobuse sa različitim pogonskim sistemima na liniji EKO 2 prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Potrošnja pogonske energije na liniji EKO2 za autobuse

Pogonski sistem	Prosečna potrošnja (L/100 km)	Prosečna potrošnja (kWh/km)	Emisija CO ₂ (WtW) (g/km)
E-bus 12m, Higer KLQ6125 GEV3	-	1.15	952.4
Dizel bus 12m, Higer KLQ6129 GQ2 (Euro 6)	46.1	4.6	1394

Kod autobusa na električni pogon prosečna potrošnja električne energije je 1.15 kWh/km [16], emisija CO₂ (WTW) sa uračunatim gubicima prenosa u mreži iznosi 952.4 g/km [8,17]. U istim uslovima rada na liniji EKO2 autobus sa dizel pogonom ima potrošnju od 46.1 l/100 km [18] i emisiju CO₂ (WTW) od 1394 g/km. Autobus na KPG sa očekivanom potrošnjom od 47 kg/100km [18] ostvario bi emisiju CO₂ (WTW) od 1399 g/km [17]. Iz ovog proračuna se može zaključiti da je nivo emisije CO₂ (WTW) za oko 31.6 % manji kod autobusa na električni pogon u poređenju sa dizel autobusom, odnosno 31.9 % manji u poređenju sa autobusom na KPG. Analiza "rezervoara do točka" (TTW) kod autobusa na električni pogon može se posmatrati u kontekstu ekološkog efekta koji se postiže zamenom autobusima koji koriste dizel gorivo kroz kvantifikaciju količine zagađujućih materija koja se neće emitovati u atmosferu kao posledica supstitucije vozila. U konkretnom primeru jedan autobus sa dizel pogonom na liniji EKO2 imao

bi emisiju štetnih gasova na godišnjem nivou od: 164.2 kg CO, 14.2 kg CxHy, 43.8 kg NOx, 1.09 kg PM10 [17].

Na osnovu podataka o potrošnjama pogonske energije na liniji EKO 2 proizilazi da autobus na električni pogon "Higer KLQ6125GEV3" ima za više od 4 puta veću energetska efikasnost od autobusa na dizel i KPG pogon. Visoka energetska efikasnost autobusa na električni pogon je posledica većeg stepena korisnog dejstva pogonskog sistema inverter-elektro motor (0.92· 0.95) u poređenju sa SUS motorima kod autobusa sa konvencionalnim pogonom kao i zbog mogućnosti rekuperacije električne energije u fazi kočenja i usporenja. Efekat rekuperacije na liniji EKO2 dostiže i do 40% od ukupno potrošene energije [16]. Autobusi na električni pogon imaju značajno niži nivo emitovane buke. U poređenju sa autobusima na dizel pogon pri brzini kretanja od 30 km/h, nivo emitovane buke E-busa je manji za 8 dB. U poređenju sa autobusom na KPG nivo emitovane buke je manji za oko 6 dB [8].

3 PRAVCI DALJEG RAZVOJA E-MOBILNOSTI U SISTEMU JAVNOG PREVOZA BEOGRADA

Intenzivan trend porasta broja autobusa na električni pogon u sistemu javnog prevoza Beograda očekuje se 2027. godine. Kao što je poznato Republika Srbija odnosno Grad Beograd biće domaćini Svetske izložbe EXPO 27. Tokom manifestacije koja će trajati od 15.5-15.8.2027. godine biće uspostavljeno 8 linija koje će prevoziti posetioce iz različitih delova grada. Planirano je da na linijama rade autobusi na električni pogon. U tabeli 4 dat je prikaz linija na kojima će raditi E-bus tokom manifestacije EXPO27 [19].

Tabela 4. Planirane linije tokom manifestacije EXPO 27

Naziv Linije	Broj vozila na radu	Tip E-busa	Tehnologija/vrsta punjenja
EXPO 1, Aerodrom N.Tesla-EXPO	6	12m	Baterijski/ sporo u depou
EXPO 2, Beograd na vodi-EXPO	13	12m	Superkondenzatorski/ brzo na terminusu
EXPO 3, Borča-EXPO	24	12m	Baterijski/ sporo u depou
EXPO 4, Vukov spomenik-EXPO	14	12m	Baterijski/ sporo u depou
EXPO 5, Ustanička-EXPO	15	12m	Superkondenzatorski/ brzo na terminusu
EXPO 6, Blok 20-EXPO	10	12m	Superkondenzatorski/ brzo na terminusu
BRT linija, Blok 45-EXPO	6	24m	Superkondenzatorski/ brzo na terminusu
Fider 1, EXPO žel.stanica-EXPO	2	24m	Superkondenzatorski/ brzo na terminusu
Ukupno	90		

Autobusi na električni pogon biće opremljeni sa baterijama velikog kapaciteta 420· 500 kWh i puniće se u depou tokom noći punjačima snage od 120· 150 kW. Pored baterijskih koristiće se i autobusi koji imaju superkondenzator kao sistem za skladištenje električne energije, koji će se puniti na terminusima pomoću brzih punjača snage 400 kW. Nakon održane manifestacije EXPO 27 autobusi na električni pogon biće implementirani u postojeći autobuski podsistem JKP GSP "Beograd". Planirana je supstitucija autobusa sa dizel pogonom sa električnim autobusima koji će raditi na centralnim gradskim linijama kao što su linije: 26, 27E, 31, 35,....

Planirano je uspostavljanje nove kružne linije kroz Novi Beograd na kojoj će raditi autobusi na električni pogon dužine 24m, koji imaju kapacitet od 210 putnika kao i nove linije koja će povezivati Blok 20 sa izložbenim kompleksom EXPO. Uvođenjem novih 90 autobusa na električni pogon u rad odraziće se na značajno poboljšanje ekoloških performansi sistema javnog prevoza što daje doprinos održivom razvoju transportnog sistema grada u celini.

4 ZAKLJUČAK

Uvođenje autobusa na električni pogon u sistem javnog gradskog prevoza Beograda predstavlja značajan kvalitativan pomak posmatrano u tehnološkom i posebno ekološkom smislu. JKP GSP "Beograd" predstavlja dobar primer prakse u regionu kada je promocija i primena autobusa na električni pogon u pitanju. Mere za unapređenje autobusnog voznog parka sa aspekta ekoloških zahteva podrazumevaju plansku obnovu voznog parka sa vozilima koja ispunjavaju najviše ekološke standarde pre svega vozila sa nultom i malom emisijom štetnih gasova i povlačenje iz eksploatacije vozila sa dizel pogonom. Dalje uvođenje električnih autobusa nameće se kao realna opcija u srednjoročnom periodu sa ciljem značajnog smanjenja emisije štetnih gasova na ulicama Beograda, što će doprineti poboljšanju kvaliteta životne sredine i smanjenju troškova koje lokalna zajednica izdvaja za otklanjanje posledica njenog narušavanja. Ekološki benefiti eksploatacije autobusa na električni pogon u Beogradu su najbolja argumentacija i podrška daljeg razvoja ovog koncepta u Beogradu. Dugoročna strategija podrazumeva sve veće korišćenje vozila sa električnim pogonom u skladu sa Direktivama EU i dobrom praksom kompanija za javni gradski transport iz Evrope i sveta.

5 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. 2023, <https://www.iea.org/topics/transport>, pristupljeno sajtu 10.04.2025.godine.
- [3] International Energy Agency: Global Energy Review 2023: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2023/oil>, pristupljeno sajtu 10.04.2025.godine.
- [4] UITP: Large-Scale Bus Electrification, The impact on business model, 2021
- [5] Sustainable Bus: <https://www.sustainable-bus.com>, European E-bus market 2023, pristupljeno sajtu 14.02.2024.godine.
- [6] 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.
- [7] Clean Buses: Experiences with Fuel and Technology Options, Clean fleets, February 2014,
- [8] Mišanović S.: Energetske i ekološke performanse autobusa na električni pogon u sistemu transporta putnika, doktorska disertacija, Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, 2021.
- [9] Directive (EU) 2019/1161 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019.
- [10] Directive 94/2014/EC: On the deployment of alternative fuels infrastructure, 22 October 2014, L 307/1.

- [11] Sustainable Bus: <https://www.sustainable-bus.com>, European E-bus market 2023, 2024, pristupljeno sajtu 17.02.2025.godine.
- [12] JKP GSP "Beograd", Izvršni plan broja vozila, mart 2025.godine.
- [13] JKP GSP "Beograd", Informacioni sistem, pristupljeno 31.1.2025.godine.
- [14] Mišanović S., Sofijanić S., Šarac Z.: Značaj upotrebe ekološki prihvatljivih autobusa za sistem javnog gradskog transporta putnika u Beogradu. 2. Naučno-stručni skup Dobra praksa u drumskom saobraćaju i transportu, 17.maj 2024. Beograd, Zbornik radova str.287-295, ISBN-978-86-7498-112-2
- [15] Tomić M., Jovanović Z., Mišanović S., Živanović Z., Masončić,Z.: Some energetic and ecological aspects of different city bus drive systems, Thermal Science, Year 2018, Vol.22, No.3, pp.1493-1504, ISSN2334-7163.
- [16] Misanovic, S., The Energy Efficiency of New E-buses in Belgrade- Impact of HVAC-System, UITP North America Workshop on Zero Emission Fleets, October 27, 2023, San Francisco, USA.
- [17] UITP Environmental Cost Annex IV, V3.1 XLS, Version 3.1. UITP, 20 May 2020.
- [18] JKP GSP "Beograd", Normativi potrošnje pogonskog goriva po tipovima autobusa, interni dokument, 2022. godina.
- [19] EXPO 27- Transportna studija, , PTC Consultant, 2024, Beogard.