

Primena električnih vozila – ekološka opravdanost

Tatjana Kovačević^a, Milena Ninović^a, Milica Miličić^a, Pavle Pitka^a

^a Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad

PODACI O RADU

DOI: 10.31075/PIS.70.01.06

Stručni rad

Primljen: 18.02.2024.

Prihvaćen: 02.03.2024.

Koresponding autor:

savkovic.t@uns.ac.rs

Ključne reči:

Električna vozila

CO₂ emisija

Opravdanost primene

REZIME

Transportni sektor je drugi najveći izvor zagađenja gasovima staklene bašte, i to po pitanju ukupne emisije ugljen-dioksida u Evropskoj uniji. Smanjenje emisija u transportu je skuplje nego u drugim sektorima jer se transport i dalje u velikoj meri oslanja na fosilna goriva. Električna vozila godinama unazad imaju istaknutu ulogu u sektoru transporta po pitanju rešavanja problema emisije štetnih gasova. Ona imaju potencijal smanjenja emisije CO₂ jer nude alternativu konvencionalnim vozilima zasnovanim na motorima sa unutrašnjim sagorevanjem. Iako imaju nultu emisiju CO₂ u izduvnoj cevi, električna vozila zahtevaju potrošnju električne energije za njihovu proizvodnju kao i za napajanje baterije, što doprinosi stvaranju emisija CO₂. U radu je izvršena komparacija primene dostavnog vozila koje ima motor sa unutrašnjim sagorevanjem i električnog vozila u oblasti drumskog transporta poštanskog sektora sa aspekta ekološke održivosti. Primena električnog vozila je pokazala manje generisanje ugljen-dioksida i to za 114.2 g/km, uzimajući u obzir prosečnu emisiju ugljen-dioksida za električna vozila prema podacima Evropske Unije.

1. Uvod

Širom sveta u 2014. g. transport u celini je bio odgovoran za 23% ukupne emisije ugljen-dioksida iz sagorevanja goriva [1]. Drumski transport u pogledu emisije CO₂ doprinosi sa oko 72% od ukupne emisije gasova staklene bašte proizvedene u transportnom sektoru [2].

Evropska Unija je preduzela određene mere kako bi smanjila emisiju CO₂ do 2050. godine za 80% [3]. Studija rađena od strane Pasaoglu i ostali (2012) [4] otkriva da bi do 2050. godine upotreba bio goriva, primena hibridnih i električnih vozila mogla smanjiti emisiju CO₂ u putničkom drumskom saobraćaju za 35-57% u odnosu na nivo zagađenja iz 2010. godine.

Nulta emisija u izduvnoj cevi kod električnih vozila je glavni razlog njihove primene naročito u prenaseljenim gradovima i oblastima gustog saobraćaja gde je veliko zagađenje vazduha [5]. Iako električna vozila imaju nultu emisiju u toku vožnje, ona dovode do veće proizvodnje električne energije iz fosilnih goriva, zbog njene upotrebe za napajanje baterije i njihovu proizvodnju, što doprinosi stvaranju emisija CO₂ [6]. Uobičajeno, metrika merenja gasova staklene bašte iz električnih vozila računa samo uštedu emisija od direktnog sagorevanja fosilnih goriva i ne uključuje indirektnu emisiju koja se javlja tokom proizvodnje električne energije i njen prenos kroz mrežu [7].

Da bi se poboljšala održivost i smanjila emisija, istraživači smatraju da bi se stanice za napajanje električnih vozila, koje se napajaju električnom energijom, mogle zameniti solarnim fotonaponskim sistemom [8].

Pored toga, preporučuje se proizvodnja električne energije iz drugih alternativnih izvora, biomase, nuklearne energije i vetra [9].

U ovom radu je prikazana ekološka opravdanost primene električnih vozila u poštanskom sektoru u odnosu na dostavna vozila sa motorom sa unutrašnjim sagorevanjem. Vozilo koje je uzeto za analizu je iz beogradske radne jedinice.

2. Inicijative za smanjenje emisije ugljen-dioksida

Transport je najvažniji faktor emisije CO₂ u poštanskom sektoru. Smanjenje emisije se može postići kroz upotrebu vozila koja manje štete sredini, promenom stila vožnje i upotrebom goriva iz obnovljivih izvora. Poštanski sektor poseduje veliku flotu vozila na globalnom nivou i odgovoran je za oko 0,1% emisije svih komponenti baziranih na ugljeniku [10]. Obim isporuke paketa premašuje 131 milijardu u svetu i pretpostavlja se da će se taj broj udvostručiti do 2026. godine [11].

Pošte mogu svoj učinak u emisiji ugljen-dioksida da mere koristeći različite indikatore, kao što su emisija po jednoj pošiljci i emisija po zaposlenom. Poštanski operatori koji su korisnici OSCAR-a (Online Solution for Carbon Analysis and Reporting), online alata za merenje njihove emisije gasova staklene bašte, su ukupno prijavili u 2016. godini 44 miliona tona CO₂ [12].

Norveška pošta je 2014. godine ostvarila smanjenje CO₂ za 30%. Da bi postigli buduće postavljene ciljeve, Norveška pošta je kupila novih 300 električnih vozila 2015. godine pa je njihov ukupan broj 1100 vozila [13]. I švajcarska pošta – Swiss Post je definisala strategije za očuvanje životne sredine. Električna energija koja je potrebna da Swiss Post realizuje svoje usluge isporuke dolazi iz obnovljivih izvora. U 2011. godini sa više od 1500 električnih skutera i 1000 električnih tricikala smanjena je emisija CO₂ za 1500 tona [14]. Takođe, i austrijska pošta je postavila inicijative za smanjenje emisije ugljenika oslanjajući se najviše na e-vozila kao ključne karakteristike voznog parka budućnosti. U okviru poštanskog sistema ima 1450 električnih vozila što dovodi do toga da austrijska pošta ima najveći vozni park u državi sa e-vozilima [15].

Zakon o energetskej politici iz 1992. godine u Sjedinjenim Državama je naložio saveznim agencijama da svojim voznim parkovima priključe i vozila na alternativna goriva. Pošta je naručila 500 električnih vozila 1999. godine za dostavu pošiljaka od kojih se većina koristila u Kaliforniji [16]. Pošta Kanade planira da svake godine smanjuje 30% emisiju CO₂ do 2030. godine a do 2050. da emisija bude nulta. Da bi te ciljeve postigla u planu je upotreba vozila sa niskom emisijom, upotreba električnih vozila kao i smanjena primena fosilnih goriva koje njihovi objekti koriste za grejanje [17]. I mnoge druge zemlje su u okviru svojih ekoloških programa svrstale upotrebu vozila na alternativni pogon kao značajan segment za smanjenje emisije CO₂, kao što su: Nemačka, Novi Zeland, Finska.

3. Prednosti primene električnih vozila

U bliskoj prošlosti na putevima širom sveta je bilo samo par stotina električnih vozila dok je u današnje vreme ta cifra dostigla preko pet miliona. Najveći broj električnih vozila se prodaje u Kini (45%), zatim u Evropi (24%) i u Sjedinjenim Državama (22%) [18,19]. Vozači prihvataju primenu električnih vozila iz više razloga, a neki od njih su: očuvanje životne sredine i smanjenje globalnog zagrevanja, pogodnost pri kraćim vožnjama u gradu, ušteda energije i novca. Međutim, ima i razloga zbog kojih vozači smatraju da oni nisu dobro rešenje, kao što su: ograničena kilometraža sa jednim punjenjem baterije, visoka cena baterije, mala snaga, dugo vreme punjenja baterije [20].

Električna vozila bi mogla značajno doprineti smanjenju lokalnog zagađenja u naseljenim gradskim područjima s obzirom da u izduvnoj cevi imaju nultu emisiju.

Međutim, između električnih vozila i emisije gasova staklene bašte postoji veza koja se odnosi na njegovu proizvodnju kao i proizvodnju električne energije potrebne za punjenje baterija. Petterson et al. (2011) smatraju da proizvodnja električnog vozila, naročito proizvodnja baterije doprinosi većem uticaju na životno okruženje nego proizvodnja vozila sa motorom sa unutrašnjim sagorevanjem [21].

Wang i ostali (2020) [22] su utvrdili da u poređenju sa odgovarajućim vozilom sa motorom sa unutrašnjim sagorevanjem, električno vozilo od 18 kWh/100km počinje da smanjuje emisiju CO₂, NO_x i PM_{2.5} u gradu Peking. Oni su analizom osetljivosti pokazali da primena električnih vozila lokalno može da smanji emisiju CO₂ do 238.96 g/km, emisiju NO_x do 0.113 g/km, emisiju SO₂ do 0.00007 g/km i emisiju PM_{2.5} do 0.065 g/km.

Zamena automobila sa unutrašnjim sagorevanjem električnim vozilima mogla bi eliminisati značajan deo zagađenja koje se emituje u atmosferu svaki dan. Svake godine prosečno vozilo oslobađa veliku količinu ugljen-dioksida u atmosferu. Kada bi trećina vozila koja koriste gorivo u Sjedinjenim Američkim Državama bila na električni pogon, količina ugljen-dioksida u vazduhu bi bila manja za 313 miliona metričkih tona godišnje [20].

Istraživanja u Kini su pokazala da električna vozila mogu smanjiti emisiju gasova staklene bašte za 20% [23]. U 2017. godini, prosečno BEV (battery electric vehicle) vozilo je eliminisalo oko 610 kg CO₂ u 5 provincija [24].

Električna vozila su energetske efikasnija jer gube oko 25% energije u odnosu na automobile sa unutrašnjim sagorevanjem koji gube oko 60% energije koju dobijaju sagorevanjem goriva [25]. Ukoliko se električna vozila eksploatišu na odgovarajući način, ona imaju nižu potrošnju energije od konvencionalnih vozila [26].

4. Ekološka opravdanost primene električnih vozila u poštanskom sektoru

U Pošti Srbije zastupljen je heterogeni vozni park. Prema podacima iz 2021. godine u tabeli 1 prikazana je struktura voznog parka, odnosno vrste vozila koje se najviše koriste u toku dana u dostavi pošiljaka u beogradskoj radnoj jedinici. Pri dostavi pošiljaka na dnevnom nivou u proseku najviše učestvuju teretna vozila (97.9%). Iz ove grupe uzeto je i vozilo koje se koristi za analizu ekološke isplativosti u daljem tekstu.

Tabela 1. Struktura voznog parka dnevne dostave u proseku

Vrsta vozila	Četvorotoci	Putnička vozila	Teretna vozila	Ukupno
Broj vozila	3	1	187	191
(%)	1.57	0.53	97.9	100

Dupljanin i ostali (2017) [27] su analizirali uticaj vozila drumskog transporta koja se koriste u poštanskom sektoru na životnu sredinu na teritoriji AP Vojvodine. Vozila koja saobraćaju na ovoj teritoriji generišu godišnje oko 2324 t CO₂. Primena električnih vozila u poštanskom sektoru bi mogla značajno da smanji emisiju štetnih materija. U 2020. godini pet malih dostavnih vozila na električni pogon su postala sastavni deo transportne flote u Pošti Srbije za dostavu pošiljaka u najužim gradskim područjima [28].

Električni automobili iako ne proizvode izduvne gasove tokom vožnje, ipak prilikom proizvodnje električne energije koja je potrebna za njihovo kretanje, elektrane emituju u atmosferu ugljen-dioksid i tako zagađuju životnu sredinu. Pored toga, i pri proizvodnji baterija za električna vozila u atmosferu se takođe emituje ugljen-dioksid. Prema podacima Evropske Unije posečna emisija CO₂ za električno vozilo je 97 g/km uzimajući u obzir zemlje koje proizvode električnu energiju najvećim delom u elektranama [29]. Za analizu ekološke isplativosti primene električnog vozila uzeto je za komparativnu analizu vozilo Fiat Doblo Cargo 1.3 MTJ ED koje se najčešće koristi u drumskom transport poštanskog sektora za dostavu pošiljaka u beogradskoj radnoj jedinici iz grupe teretnih vozila. Analizirano dostavno vozilo emituje prosečno 211.2 g/km CO₂, s obzirom na činjenicu da se iz jedne litre dizel goriva emituje 2.64 kg CO₂ i uzimajući prosečnu potrošnju goriva vozila u gradskoj vožnji od 8 l/100km (1). Primena električnog vozila dovodi do manje emisije CO₂ za 114.2 g/km po vozilu (2), odnosno 0.1142 kg/km.

$$CO_2 = 8 \frac{l}{100 km} * 2640 \frac{g}{l} = 211.2 \frac{g}{km} \quad (1)$$

$$\Delta CO_2 = 211.2 \frac{g}{km} - 97 \frac{g}{km} = 114.2 \frac{g}{km} \quad (2)$$

5. Zaključak

U Evropskoj Uniji je važna opcija za smanjenje emisije CO₂ primena električnih vozila, mada je prepreka u većoj primeni njihova visoka cena koja bi trebalo da opadne sa rastom potražnje. Zbog toga su mnoge zemlje već pokrenule inicijative i projekte za promociju primene električnih vozila kroz brojne podsticajne šeme, kao što su: podsticaji za kupovinu električnih vozila, jačanje svesti ljudi i razvoj infrastrukture za punjenje električnih vozila.

Rezultati dobijeni u radu treba da omoguće poštanskom sektoru kao jednom od najvećih distributivnih sistema da sagleda svoj negativni ekološki uticaj na životnu sredinu primenom vozila koja imaju motor sa unutrašnjim sagorevanjem. Upotreba električnih vozila u ovom sektoru naročito pri dostavi robe u užim gradskim područjima smanjuje emisiju CO₂ za i dovodi do kvalitetnijeg života šire društvene zajednice. U poređenju sa najčešće korišćenim teretnim vozilom za dostavu pošiljaka beogradske radne jedinice, električno vozilo dovodi do manjeg zagađenja vazduha za 114.2 g/km uzimajući u obzir potrošnju energije potrebne za

kretanje električnog vozila i za proizvodnju baterije. S obzirom da Pošta Srbije planira nabavku još većeg broja ekoloških vozila identičnom analizom na većem uzorku se može dobiti šira slika ekološke opravdanosti njihove primene. Pored toga i transportne kompanije koje planiraju kupovinu električnih vozila i zamenu postojećeg voznog parka mogu na ovaj jednostavan način da utvrde ekološku isplativost njihove zamene.

Promocija električnih vozila je svakako dugoročan plan zbog svojih prednosti u pogledu efikasnosti pogonskog sklopa i nulte emisije u izduvnim cevima. Ovo je naročito značajno jer dovodi do smanjenja zagađenja vazduha gradskog područja u odnosu na upotrebu vozila sa motorom sa unutrašnjim sagorevanjem. U cilju još boljeg prihvatanja električnih vozila od strane stručne i naučne javnosti bila bi dekarbonizacija elektrana što bi dovelo do značajnog smanjenja emisije gasova staklene bašte i u budućnosti bi taj trend trebao ići u korist obnovljivih izvora energije.

Zahvalnica

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija kroz projekat broj 451-03-47/2023-01/200156 "Inovativna naučna i umetnička istraživanja iz domena delatnosti FTN-a"

Literatura

- [1] International Energy Agency. (2016). CO₂ emissions from fuel combustion - Highlights. Dostupno preko: https://emis.vito.be/sites/emis.vito.be/files/articles/3331/2016/CO2_EmissionsfromFuelCombustion_Highlights_2016.pdf – (19.12.2023.).
- [2] European Environment Agency (IEA). (2010). Dostupno preko: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-12> (15.12.2023.).
- [3] European Commission. (2011). Communication From the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - A Roadmap for Moving to a Competitive Low Carbon Economy in 2050.
- [4] Pasaoglu, D., Honselaar M. & Thiel C. (2012). Potential vehicle fleet CO₂ reductions and cost implications for various vehicle technology deployment scenarios in Europe. Energy Policy, 40, 404-421.
- [5] Fernandez, R.A. (2018). A more realistic approach to electric vehicle contribution to greenhouse gas emissions in the city. Journal of Cleaner Production, 172, 949-959.
- [6] Winkler, S. L., Anderson, J. E., Garza, L., Ruona, W. C., Vogt, R. & Wallington, T. J. (2018). Vehicle criteria pollutant (PM, NO_x, CO, HCS) emissions: how low should we go? NPJ Climate and Atmospheric Science, 1(1), 1-5.
- [7] Manjunath, A. & Gross, G. (2017). Towards a meaningful metric for the quantification of GHG emissions of electric vehicles (EVs). Energy Policy, 102, 423-429.
- [8] Ghosh, A. (2020). Possibilities and Challenges for the Inclusion of the Electric Vehicle (EV) to Reduce the Carbon Footprint in the Transport Sector: A Review. Energies, 13, 2602.

- [9] Winyuchakrit, P., Sukamongkol, Y. & Limmeechokchai, B. (2017). Do Electric Vehicles Really Reduce GHG Emissions in Thailand? *Energy Procedia*, 138, 348–353.
- [10] Universal Postal Union - UPU. (2018). Carbon Footprints of Designated Postal Operators Take a Step in the Right Direction. Dostupno preko: <https://www.upu.int/en/News/2018/5/Carbon-footprints-of-designated-postal-operators-take-a-step-in-the-right-direction> (20.12.2023.).
- [11] Pitney bowes Inc. (2021). Dostupno preko: <https://www.pitneybowes.com/us/shipping-index.html#> (15.12.2023.).
- [12] Universal Postal Union - UPU. (2020). The Online Solution for Carbon Analysis and Reporting - OSCAR: Dostupno preko: <https://www.upu.int/en/Postal-Solutions/Technical-Solutions/Products/OSCAR> (15.12.2023.).
- [13] Pandžić, D. (2015). Poštanske tehnologije i IT. Dostupno preko: <https://dejanpost.blogspot.com/search?q=Co2&m=1> (19.12.2023.).
- [14] Swiss Post. (2011). Annual Report. Dostupno preko: https://www.ipc.be/sector-data/reports-library/member-reports/swiss-post/swisspost_2011_ar (15.12.2023.).
- [15] International Post Corporation (2018). Postal Sector Sustainability Report 2018 - Driving Long-term Sustainability. Dostupno preko: <https://www.ipc.be/sector-data/reports-library/ipc-reports-brochures/sr2018> (15.12.2023.).
- [16] Ryerson, Master and Association. (2003). United States Postal Service Electric Carrier Route Vehicle Program, 500 Vehicle Fleet Deployment Report: Executive Summary. Dostupno preko: <https://avt.inl.gov/sites/default/files/pdf/fsev/500FleetDeploymentReport.pdf> (19.12.2023.).
- [17] Universal Postal Union - UPU. (2021). Canad post eyes green future. Dostupno preko: <https://www.upu.int/en/News/2021/12/Canada-Post-eyes-green-future> (20.12.2023.).
- [18] Lü, X., Wu, Y., Lian, J., Zhang, Y., Chen, C., Wang, P. & Meng, L. (2020). Energy management of hybrid electric vehicles: A review of energy optimization of fuel cell hybrid power system based on genetic algorithm. *Energy Conversion and Management*, 205, 112474.
- [19] Naumanen, M., Uusitalo, T., Huttunen-Saarivirta, E. & van der Have, R. (2019). Development strategies for heavy duty electric battery vehicles: Comparison between China, EU, Japan and USA. *Resources Conservation and Recycling*, 151, 104413.
- [20] Auto Exclusive (n.d.). Električni automobili – 5 razloga ZA, 5 razloga PROTIV. Dostupno preko: <https://www.autoexclusive.rs/vesti/interesantno/elektricni-automobili-5-razloga-za-5-razloga-protiv> (15.12.2023.).
- [21] Patterson, J., Alexander, M., Gurr, A. & Greenwood, D. (2011). Preparing for a Life Cycle CO2 Measure. Dostupno preko: <https://documents.in/document/preparing-for-a-life-cycle-co2-measure.html?page=1> (15.12.2023.).
- [22] Wang, L., Yu, Y., Huang, K., Zhang, Z. & Li, X. (2020). The inharmonious mechanism of CO2, NOX, SO2 nad PM2.5 electric vehicle emission reductions in Northern China. *Journal of Environmental Management*, 274, 111236.
- [23] Gao, Y., Mao, X., Yang, J., Wu, L. & Dong, G. (2013). Analysis and assessment of the energy conservation and emission reduction effects of new energy cars based on LCA. *Acta Scientiae Circumstantie*, 33(5), 1054 – 1512.
- [24] Zheng, J., Sun, X., Jia, L. & Zhou, Y. (2020). Electric passenger vehicles sales and carbon dioxide emission reduction potential in China's leading markets. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118607.
- [25] Mer. (2021). Dostupno preko: <https://uk.mer.eco/news/ev-vs-ice-are-electric-cars-worth-it/> (19.12.2023.).
- [26] Xie, S., Hu, X., Liu, T., Qi, S., Lang, K. & Li, H. (2019). Predictive vehicle-following power management for plug-in hybrid electric vehicles, *Energy*, 166, 701–714.
- [27] Dupljanin, Đ., Savković, T., Dumnić, S., Miličić, M. & Marčeta, M. (2017). Istraživanje emisije CO2 kod vozila poštanskog saobraćaja na teritoriji AP (Autonomne Pokrajine) Vojvodine. *Put i saobraćaj*, 63(2), 49-53.
- [28] Energetski Portal. (2020). prvi električni automobili u voznom parku Pošte – u Beogradu, Nišu i Novom Sadu. Dostupno preko: <https://www.energetskiportal.rs/prvi-elektricni-automobili-u-voznom-parku-poste-u-beogradu-nisu-i-novom-sadu/> (20.12.2023.).
- [29] Oryx. (2019). Koliko su zeleni električni automobili. Dostupno preko: <https://www.oryx-asistencija.hr/savjeti-za-vozace/test/koliko-zeleni-elektricni-automobili-10704> (20.12.2023.).

Electric vehicles application - environmental justification

Tatjana Kovačević, Ph.D.

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

Milena Ninović, M.Sc.

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

Milica Miličić, Ph.D.

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

Pavle Pitka, Ph.D.

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

Abstract: The transport sector is the second largest source of greenhouse gas pollution in the European Union in terms of total carbon dioxide emissions. Reducing emissions in the transport sector is more expensive than in other sectors because transport is still heavily dependent on fossil fuels. Electric vehicles have played a prominent role in the transport sector for years as a solution to the problem of harmful gas emissions. They have the potential to reduce CO₂ emissions by providing an alternative to conventional vehicles based on internal combustion engines. Although they have zero tailpipe CO₂ emissions, electric vehicles require electricity consumption for their production as well as for charge the battery, which contributes to the creation of CO₂ emissions. The paper compares the use of a delivery vehicle with an internal combustion engine and an electric vehicle in the field of road transport of the postal sector from an environmental sustainability perspective. The use of an electric vehicle resulted in 114.2 g/km less carbon dioxide emissions, taking into account the average carbon dioxide emissions of electric vehicles according to European Union data.

Keywords: Electric vehicles, CO₂ emission, Application justification.