

Анализа утицаја извора електричне енергије на емисије CO₂ електричних возила у Европи

Драган Пантелић^а, Јелица Комарица^а, Драженко Главих^а

^аУниверзитет у Београду, Саобраћајни факултет, Војводе Степе 305, Београд, Србија

ПОДАЦИ О РАДУ

DOI: 10.31075/PIS.70.03.05

Стручни рад

Примљен: 22.08.2024.

Прихваћен: 04.09.2024.

Коресподент аутор:

draganpantelic7@gmail.com

ORCID ID

Драган Пантелић: N.A.

Јелица Комарица: 0009-0008-2164-8654

Драженко Главих: 0000-0002-0069-2153

Кључне речи:

Електрични аутомобил

Извори електричне енергије

Емисија CO₂

РЕЗИМЕ

Пораст мобилности становништва, уз доминантно модално учешће путничких возила посебно забрињава има негативан утицај на животну средину. Еколошки проблеми проузроковани возилима са моторима са унутрашњим сагоревањем (СУС) су све већи, чему сведочи чињеница да је друмски транспорт одговоран за 22% укупне емисије CO₂. С тим у вези, иако електрични аутомобил не емитује штетне материје, њима значајно доприносе електране које за производњу електричне енергије, користе различите изворе. Како би се утврдио утицај електричних возила на околину, у овом раду је вршена упоредна анализа емисија gCO₂/km у зависности од типа мотора возила (бензин, дизел и електрични) по државама Европе у функцији извора електричне енергије. У циљу што репрезентативнијих резултата, поређени су иста марка и модел аутомобила и то Volkswagen e-Golf (електрични аутомобил) и Golf 7 са дизел и бензинским СУС мотором. Добијени резултати указују да у Србији електрично возило незнатно мање загађује животну средину емисијом CO₂ у поређењу са возилима са дизел и бензинским мотором сличних карактеристика, међутим та разлика је врло занемарљива у поређењу са мотором на дизел погон (само 3 gCO₂/km).

1. Увод

Саобраћај представља изузетно значајан сектор у укупној светској економији. Константан раст саобраћаја доприноси бројним негативним последицама. Једна од последица која све више утиче на климатске промене, али и здравље људи јесте прекомерна емисија штетних издувних гасова [1,2].

На путевима широм света се према бројним проценама, тренутно налази преко 1,2 милијарде возила, уз предвиђања пораста на 2 милијарде у наредних 20-ак година. Пораст мобилности становништва, уз доминантно модално учешће путничких возила посебно забрињава, не само по питању ефикасности и безбедности саобраћајног система већ и по питању утицаја на животну средину [3]. Еколошки проблеми проузроковани процесима настанка горива и сагоревањем у СУС моторима су све већи [4,5].

Са својим доминантним учешћем, друмски транспортни сектор други је највећи извор емисије CO₂, са око 22% укупно емитованог угљен диоксида у земаљама ЕУ [1].

Анализе су показале да би се овај раст наставио, односно да би се емисија CO₂ дуплирала до 2050. године, без технолошког напретка погонских система возила и политика ограничења емисија. Европска Унија је због тога 2010. године усвојила стратегију по којој би требало да се емисија CO₂ смањи за 20% до 2020. и за чак 80% до 2050. године у односу на ниво из 1990. године. Да би се то постигло, потребно је постићи смањење од око 60% у транспортном сектору [6].

Електрична возила постају све популарнија, а са напретком технологије може се очекивати константан наставак овог тренда. У прошлости, електрична возила су изгубила примарно место против возила која користе фосилна горива, али у то време цена горива била је нижа, није постојала глобална еколошка свест, а због тадашње технологије разлике у перформансама биле су много израженије него што је то случај данас. Тако у погледу перформанси, данашњи електрични аутомобили могу се поредити са аутомобилима са СУС мотором. Осим поређења перформанси, стручна јавност дискутује и о поређењу емисији штетних материја посебно CO₂.

Сходно наведеном, у овом раду анализирана је емисија gCO_2/km за исти модел и марку аутомобила да би се могла извршити реално поређење у зависности од типа мотора, укључујући електромотор, дизел мотор и бензински мотор. За дизел и бензински мотор коришћене су декларисане вредности емисије gCO_2/km које су добијене мерењем у фабричким лабораторијама, када је аутомобил био нов, тако да су те вредности у реалним условима вероватно веће. За електрични аутомобил се користи електрична енергија која се може произвести из различитих извора, иако сам аутомобил не емитује штетне материје, емитује електрана у којој се производе електрична енергија потребна за кретање тог аутомобила.

Упоредљиви су аутомобили истих карактеристика, и како би резултати били што репрезентативнији и тачнији посматрани су Volkswagen e-Golf (електрични аутомобил) и Volkswagen Golf 7 са дизел и бензинским мотором са унутрашњим сагоревањем.

2. Електрични аутомобили

Електрични аутомобил је аутомобил који се покреће електромотором, користећи електричну енергију складиштену у акумулатору, или другим уређајима за складиштење енергије. Енергетске кризе 1970-их и 80-их довеле су до краткотрајног занимања за електричне аутомобиле, те се средином 2000. обновио интерес за производњом електричних аутомобила, углавном због забринутости око убрзаног повећања цене нафте и потребе за смањењем емисије гасова стаклене баште [7,8].

Електрични аутомобили имају неколико могућих предности у односу на конвенционалне аутомобиле са унутрашњим сагоревањем, које укључују значајно смањење загађења ваздуха у градовима, јер они не испуштају загађење из својих извора енергије током рада, смањење емисије гасова стаклене баште, зависност од горива и технологије која се користи за производњу електричне енергије за пуњење акумулатора, мању зависност од нафте, што је у развијеним земљама и земљама у развоју узрок забринутости због њихове изложености наглим променама цене и поремећаја у снабдевању [3].

Једна од предности електричних аутомобила над конвенционалним аутомобилима је локално смањење загађења ваздуха. Електрични аутомобили се погоне електричном енергијом која уколико се добија нпр. обновљивим изворима енергије узрокује минимално загађење околине.

До 20. фебруара 2024. године, у Србији је регистровано 2.699 потпуно електричних возила и још око 18.000 хибридних, подаци су МУП-а.

Удео потпуно електричних аутомобила у Србији је око један одсто и прилично заостајемо за просеком у Европској унији, који је на 12 до 14 одсто. [3].

3. Електрична енергија

Електрична енергија се производи у електранама, преноси далеководима и дистрибуира до потрошача где се користи за рад кућних апарата, канцеларијске опреме, индустријских машина, и омогућава довољно енергије како за кућно тако и за комерцијално осветљење, грејање и индустријске процесе [8].

Електране представљају постројења у којима се облици примарне енергије (нуклеарна, хемијска, унутрашња калоричка, кинетичка и потенцијална) или енергија сунчевог зрачења претварају у електричну енергију. Класични облици енергије су унутрашња енергија (нафта, угаљ, плин), потенцијална енергија (водне снаге), те нуклеарна енергија (нуклеарна фисија). Међу алтернативне изворе енергија спадају унутрашња енергија (биогас, биомаса, уљни шкриљаци), потенцијална енергија (плима и осека, таласи), кинетичка енергија (ветар), топлотна енергија (суве стене у Земљиној кори, море, врући извори), нуклеарна енергија (фузија лаких атома), те зрачење (сунце) [9].

У зависности од врсте извора у којем је примарна енергија која се затим претвара у електричну, разликују се:

- Хидроелектране,
- Термоелектране,
- Соларне електране,
- Електране на ветар или ветроелектране и
- Геотермалне електране.

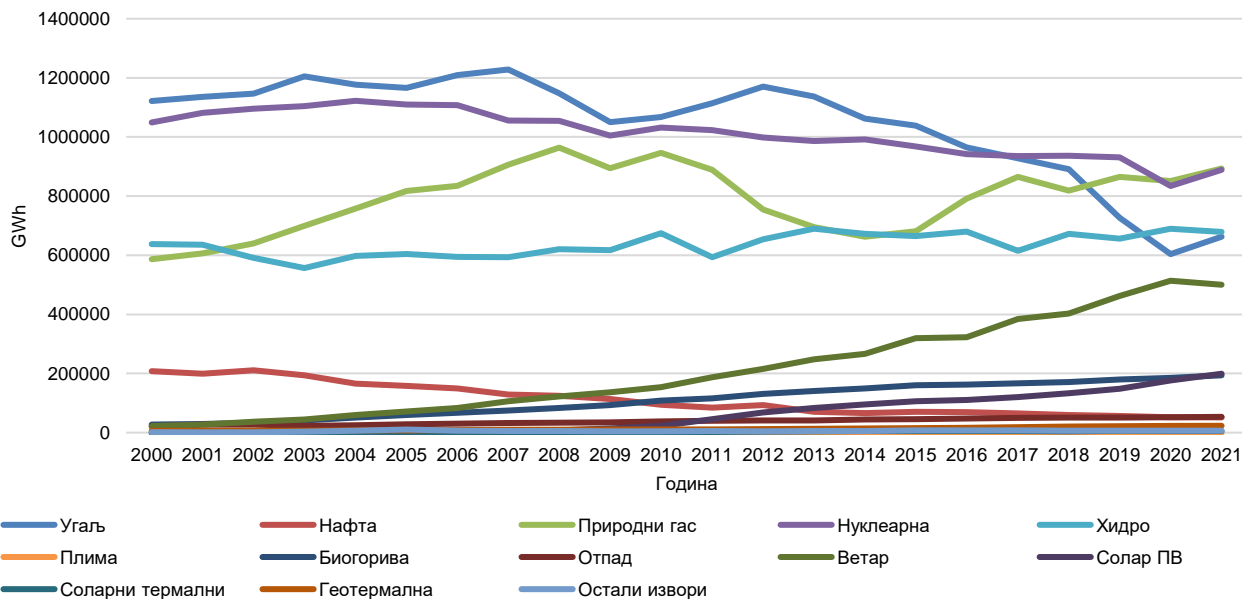
Електране се исто тако деле и на:

- електране са обновљивим изворима енергије,
- електране са необновљивим изворима енергије.

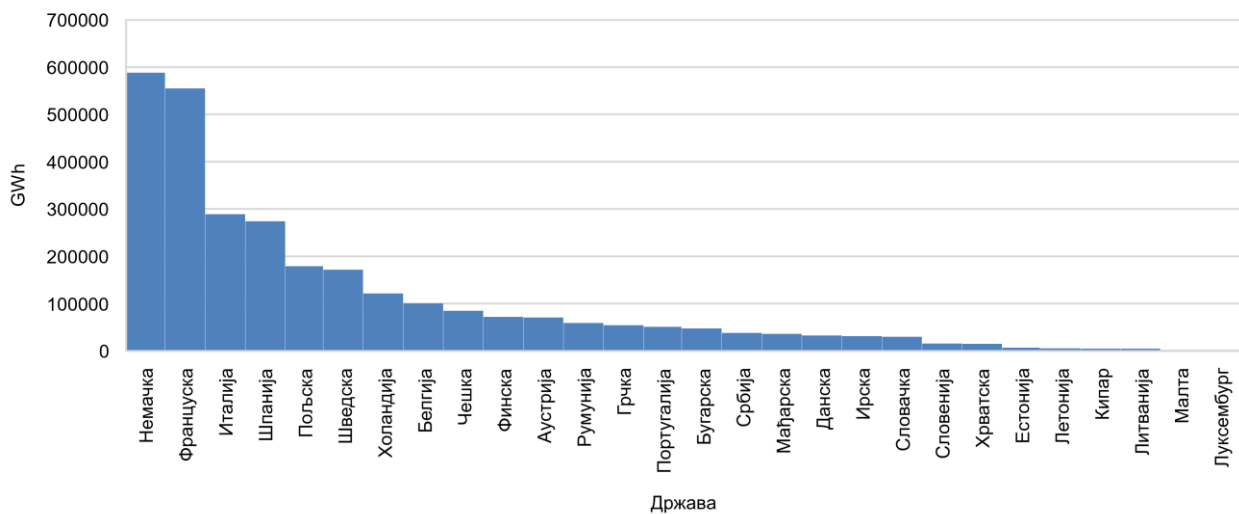
На Графикону 1 приказана је количина произведене електричне енергије по изворима и годинама у Европској Унији.

4. Извори електричне енергије за пуњење електричних возила у земљама Европске уније

За спровођење анализе, првенствено је било неопходно преузети актуелне податке о вредностима енергије из различитих извора. У те сврхе, коришћена је IEA - Energy Statistics Data Browser база података [10]. Међународна агенција за енергију (IEA) је аутономна организација која делује под окриљем Организације за економску сарадњу и развој (OECD).



Графикон 1. Извори енергије за производњу електричне енергије у Европској Унији



Графикон 2. Количина произведене електричне енергије по државама Европској Унији у 2021. години

За преузимање података потребних за рад било је неопходно у оквиру индикатора одабрати производњу електричне енергије у зависности од извора, а затим за сваку државу посебно преузимати податке. Поред одабира држава, одабран је и период од 2000 – 2021. године, па је било могуће преузети податке за разматрани период. Такође су преузети и подаци о количини емисије CO₂ емитоване приликом производње електричне енергије по изворима за сваку државу у Европској Унији и Србију.

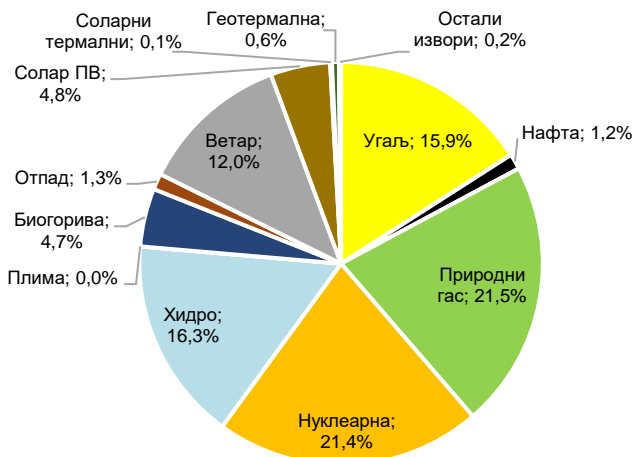
На графикону 1 се уочава да је највећа количина електричне енергије до 2016. године добијана из

угља у термоелектранама и у нуклеарним електранама, али од тада долази до смањења њиховог учешћа, а расте учешће природног гаса и ветро електрана.

На Графикону 2 приказана је количина произведене електричне енергије у свим државама Европске Уније у 2021. години.

Немачка и Француска предњаче у количини произведене електричне енергије у 2021. години, док их прате Италија и Шпанија, као највеће земље у Европи и највећи потрошачи електричне енергије (Графикон 2).

На Графикону 3 је затим приказан удео сваког извора енергије у производњи електричне енергије у Европској Унији у 2021. години.



Графикон 3. Извори енергије за производњу електричне енергије у ЕУ у 2021. години

Уочава се да се највећа количина електричне енергије добија из природног гаса (21,5%) и нуклеарне енергије (21,4%). У неколико земаља, електрична енергија се највећим делом производи из обновљивих извора, али у већини држава угаљ, лигнит, природни гас или нафта су главни извори.

Ако би се сагледали сви извори енергије који се могу користити за пуњење електричних возила, могу се издвојити следеће земље чланице ЕУ које су имале највећи удео сваког извора енергије:

- 11,6 % из соларних фотонапонских ћелија на Малти,
- 48,6 % из ветра у Данској,

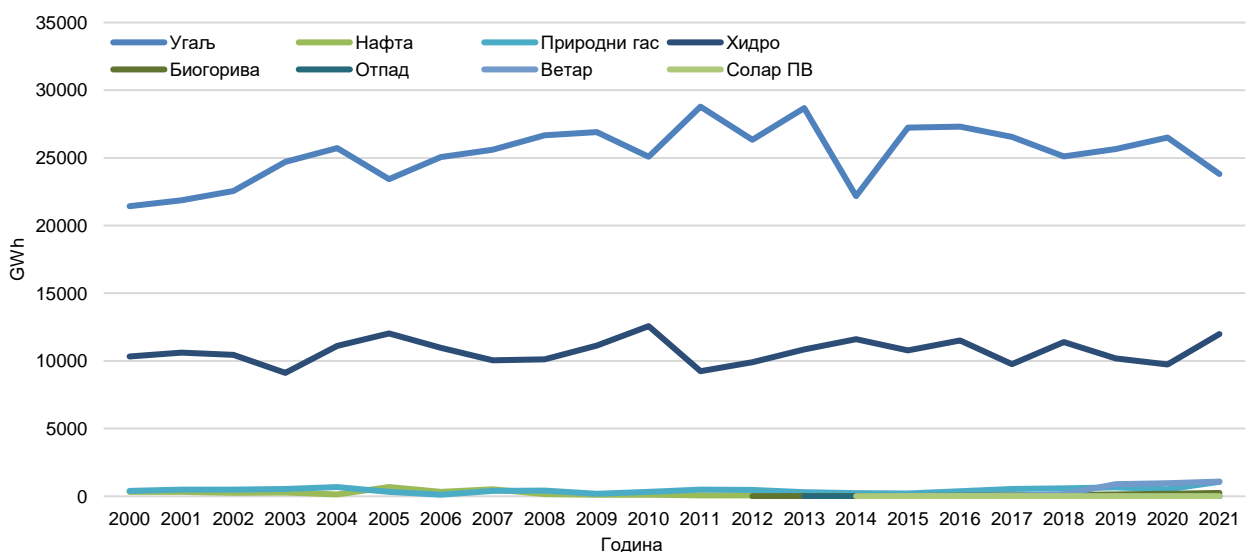
- 60,1 % из хидроелектрана у Аустрији,
- 68,4 % из нуклеарне енергије у Француској,
- 71,1 % из чврстих фосилних горива у Пољској,
- 86,1 % из природног гаса на Малти,
- 84,9 % из нафте и нафтних производа на Кипру.

Као што је већ поменуто, у Европској унији постоји разнолик скуп извора енергије који се користе за пуњење електричних возила. Ови извори варирају у зависности од тога о којој земљи је реч и њеном енергетском миксу. Да би се извршила процена колико су електрични аутомобили заправо чисти, потребно је да се детаљније сагледа како се електрична енергија генерално производи у ЕУ. Ово се затим може користити као показатељ одакле долази електрична енергија за пуњење електричних возила.

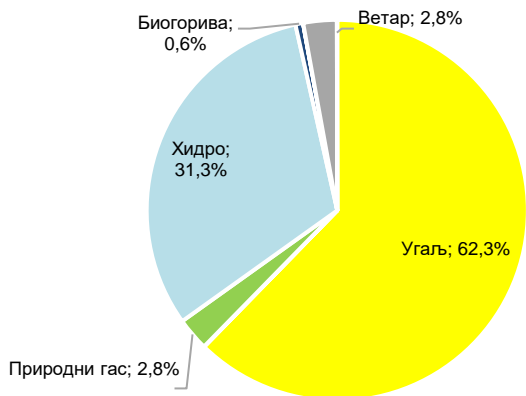
Поред наведеног сагледања извора енергије у ЕУ, на Графикону 4 је приказана количина произведене електричне енергије у Републици Србији у периоду од 2000. до 2021. години.

На Графикону 5 приказан је удео сваког извора енергије у произведени електричне енергије у Републици Србији у 2021. години.

У Србији, извори енергије који се највише користе за производњу електричне енергије обично обухватају неколико различитих извора. Енергетски микс Србије обично укључује термоелектране на угаљ (62,3%) и хидроелектране (31,3%), док се обновљиви извори, попут ветра (2,8%) повећавају током година.



Графикон 4. Количина произведене електричне енергије по годинама у Србији



Графикон 5. Удео сваког извора у производњи електричне енергије у Србији у 2021. години

Оно што је специфично по питању српских електрана и електрана у околним земљама јесте њихово енормно веће загађење у односу на остале електране у Европи. Организација HEAL у свом извештају (2019.) наводи да просечна термоелектрана у Србији емитује 20 пута више сумпор диоксида него просечне европске термоелектране. Земље региона и Србија, са укупно 16 термоелектрана на угаљ емитују више загађења него 250 термоелектрана у Европској Унији. Према подацима из извештаја о стању животне средине у ЈП „Електропривреда Србије“ за 2019. годину, све српске термоелектране далеко премашују вредности емисије загађујућих материја утврђене националним планом за смањење главних загађујућих материја које потичу из постројења за сагоревање.

5. Количина емитованих gCO₂/kWh приликом производње електричне енергије

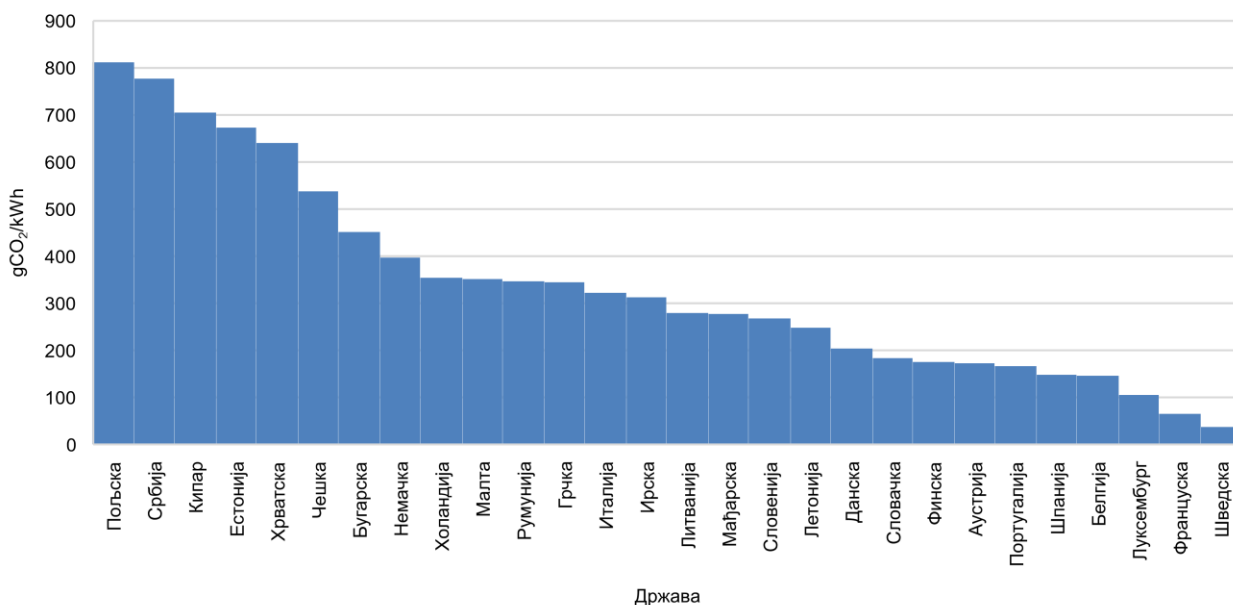
Током процеса производње електричне енергије долази до ослобађања различитих штетних материја као што су (CO₂, CO, NO₂, NO₃, SO_x, PM_x), али убедљиво највећи загађивач је CO₂ и због тога ће само он бити посматран у овом раду. Количина емисије настала приликом производње електричне енергије зависи искључиво од извора енергије, највеће количине CO₂ се емитују у термоелектранама, које раде на угаљ или лигнит и природни гас.

У Табели 1 приказане су просечне вредности емисије CO₂ различитих извора електричне енергије.

Табела 1. Просечне емисије CO₂ различитих технологија производње електричне енергије [6]

Технологија	gCO ₂ /kWh
Енергија ветра на копну/обалству	18/5
Хидроелектрана	23
Фотонапонски	50
Биомаса	70
Нуклеарна енергија	24
Природни гас	499
Камени угаљ	830
Лигнит	1075

У складу са наведеним, на графикону 6 је приказана количина емитованих gCO₂/kWh по државама Европске Уније, укључујући и Србију у 2021. години.



Графикон 6. Количина емитованих gCO₂/kWh по државама Европске Уније у 2021. години

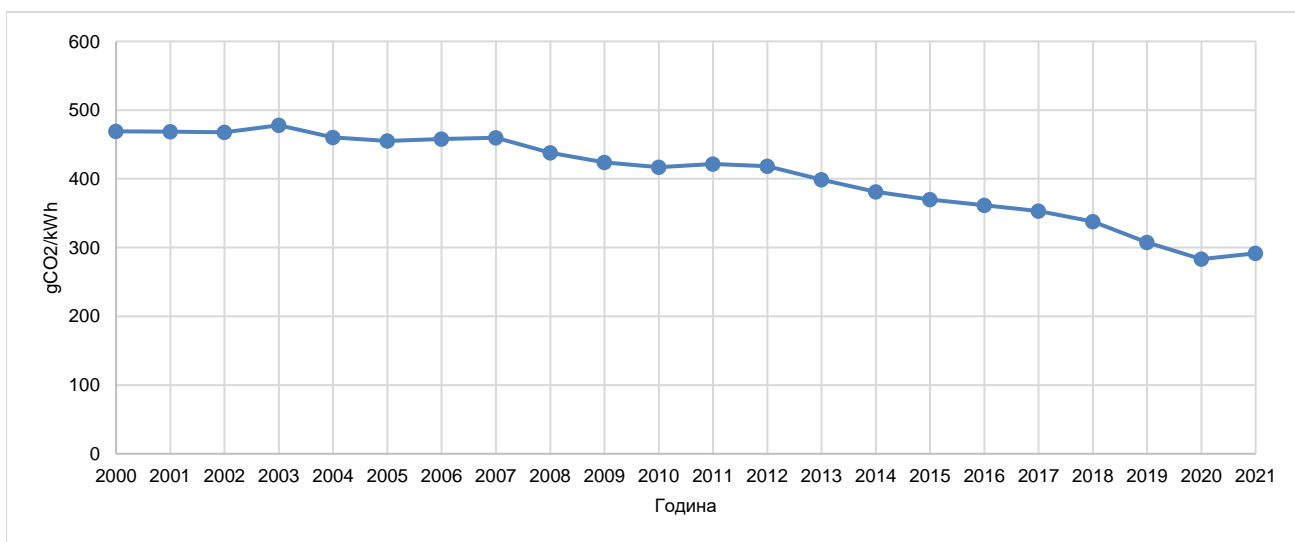
На претходном графикону 6 се уочава да је највећа количина емитованих gCO_2/kWh у 2021. години у Пољској и Србији, услед великог удела производње електричне енергије у термоелектранама на угаљ, следи Кипар на трећем месту са великим уделом нафте као енергента, па следе Естонија и Хрватска. На самом крају са најмањом количином емитованих gCO_2/kWh се налази Шведска, која већину електричне енергије добија из обновљивих извора, следи Француска која највећи део енергије ствара у нуклеарним електранама, које такође спадају у обновљиве изворе енергије, што је упитно.

На графикону 7 приказана је количина емитованих gCO_2/kWh у Европској Унији у периоду од 2000. до 2021. године.

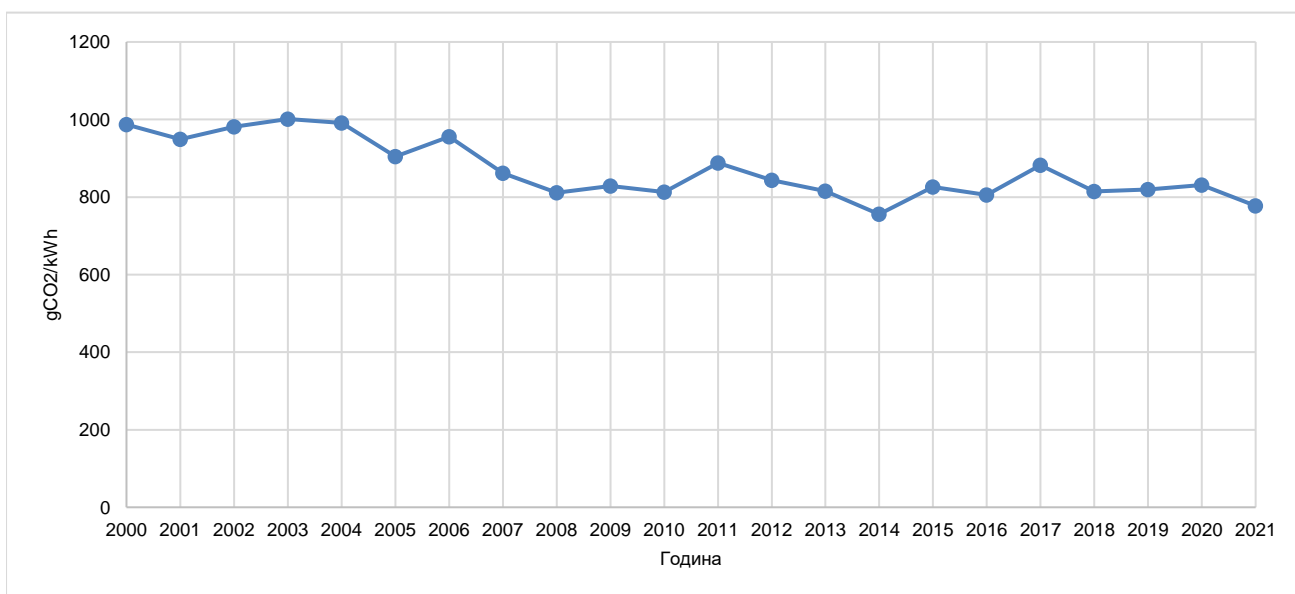
У складу са наведеним вредностима, на графикону 7 се уочава да количина емитованих gCO_2/kWh у Европској Унији линеарно опада током година у посматраном периоду, што је последица све већег коришћења обновљивих извора енергије, који емитују значајно мање штетних гасова од угља и природног гаса.

Количина емитованих gCO_2/kWh у Републици Србији у периоду од 2000. до 2021. године у просеку износи $868 \text{ gCO}_2/\text{kWh}$, док се тај број у 2022. години смањило на $777 \text{ gCO}_2/\text{kWh}$. Док у Европској Унији количина емитованих gCO_2/kWh у 2022. години износи само $292 \text{ gCO}_2/\text{kWh}$.

На графикону 8 приказана је количина емитованих gCO_2/kWh у Републици Србији у периоду од 2000. до 2021. године.



Графикон 7. Количина емитованих gCO_2/kWh у Европској Унији у периоду од 2000. до 2021. године



Графикон 8. Количина емитованих gCO_2/kWh у Републици Србији у периоду од 2000. до 2021. године

На графикону 8 се уочава да количина емитованих gCO₂/kWh у Србији благо опада током година, што је последица повећања енергије добијене из обновљивих извора, али је недовољно и забрињавајуће услед веома великог учешћа термоелектрана у производњи електричне енергије.

Такође, у Републици Србији се од производње електричне енергије у 2022. години емитовало 25.550.000 tCO₂, док је у 2021. години тај број је био и већи (око 29.000.000 tCO₂). У Србији је највеће количине CO₂ емитовала термоелектрана Никола Тесла 16.980.000 tCO₂ у 2022. години (17.464.000 tCO₂ у 2021. години), на другом месту је ТЕ Костолац са 5.590.000 tCO₂ у 2022. години (5.340.000 tCO₂ у 2021. години), затим ТЕ Колубара са 887.000 tCO₂ и ТЕ Морава са 575.000 tCO₂ у 2019. години. Термоелектрана Никола Тесла се налази на четвртном месту по количини емисије CO₂ у 2022. години. Такође термоелектране у Републици Србији су у 2022. години емитовале преко 305.000 tSO₂, 32.500 NO_x и око 6.340 tPM_x (PM₁₀ и PM_{2.5}).

6. Упоредна анализа електричних возила и возила са СУС моторима

Електрични аутомобили доприносе чистијем ваздуху у градовима, јер они не испуштају штетне материје у околину. Користи од чистог ваздуха су најчешће локалне, због тога што су, зависно од извора електричне енергије која се користи за пуњење акумулатора, емисије штетних материја у ваздух помакнуте на место производње електричне енергије.

Електрични аутомобили нису еколошки потпуно чисти. Они могу постати потпуно еколошки чисти када се енергија за њихово покретање буде добијала искључиво од извора који не загађују животну средину. Такође, неопходно је усавршити и појефтинити процес рециклаже батерија електричних аутомобила, смањити њихову тежину и продужити им век трајања.

Емисија гасова може бити и већа код електричних возила у односу на возила са СУС моторима у зависности од извора струје којом се пуни. Уколико је струја настала коришћењем фосилних горива, попут сагоревања угља, главног емитера CO₂ тај карбонски отисак је сигурно већи. Тренутно, струја којом се пуне батерије аутомобила су често повезане са фосилним горивима.

У складу са наведеним, циљ овог рада се односи на анализу емисија gCO₂/km у зависности од типа мотора, укључујући електромотор, дизел мотор или бензински мотор по државама Европе. За дизел и бензински мотор коришћене су декларисане фабричке вредности емисије gCO₂/km, док се за електрични аутомобил користи такође фабрички

декларисана потрошња електричне енергије у kWh/100 km, а која се како је већ речено може произвести из различитих извора.

У овом раду су упоређивани аутомобили практично истих (иста марка и модел) карактеристика, да би резултати били што репрезентативнији и тачнији, посматрани су Volkswagen e-Golf (електрични аутомобил) и Golf 7 са дизел и бензинским мотором са унутрашњим сагоревањем.

У Табели 2 приказане су декларисане потрошње посматраних возила.

Табела 2. Декларисане потрошње

Модел возила	Погонско гориво	Декларисана потрошња
VW e-Golf 136 KS	Електрично возило	12,7 kWh/100 km
VW Golf VII 1.6 TDI 115 KS	Дизел	3,9 l/100 km
VW Golf VII 1.4 TSI 125 KS	Бензин	5,0 l/100 km

У Табели 3 приказане су декларисане емисија CO₂ при декларисаној потрошњи за посматране моделе возила, за електрично возило енергија је добијена у Републици Србији из постојећих производних постројења подједнако.

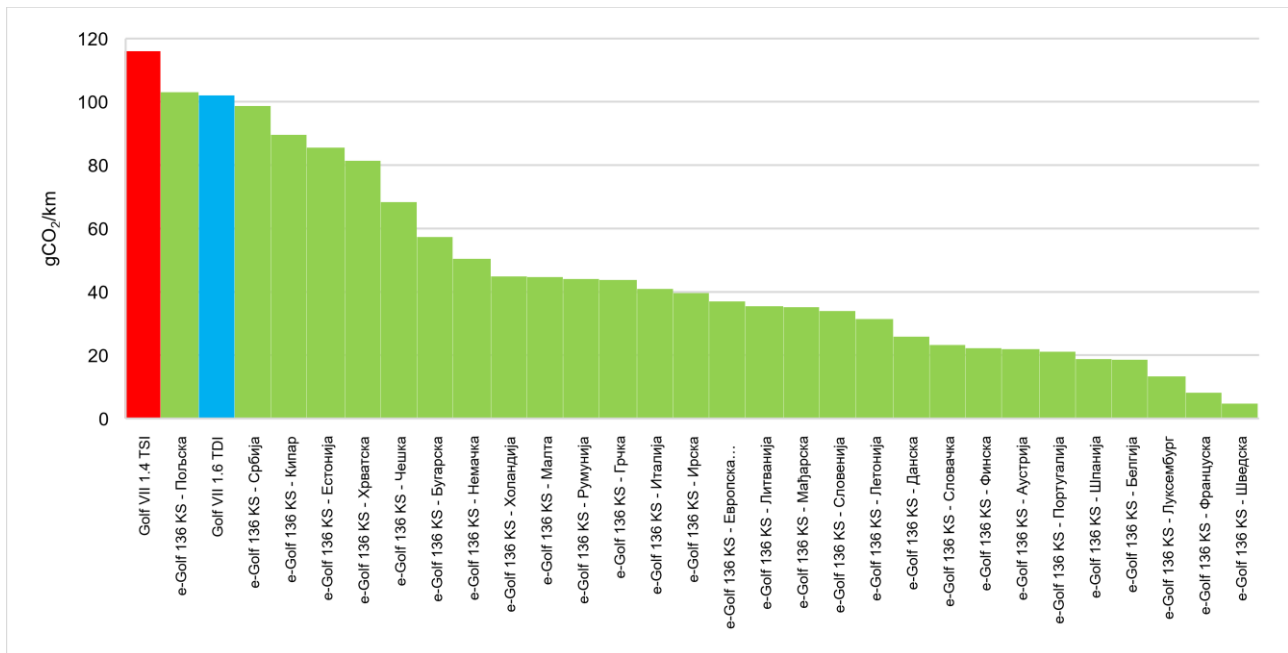
Табела 3. Емисија CO₂ при декларисаној потрошњи у Србији у 2021.год.

Модел возила	Погонско гориво	Емисија CO ₂ при декларисаној потрошњи
VW e-Golf 136 KS	Електрично возило	99 gCO ₂ /km*
VW Golf VII 1.6 TDI 115 KS	Дизел	102 gCO ₂ /km
VW Golf VII 1.4 TSI 125 KS	Бензин	116 gCO ₂ /km

* Емисија CO₂ прорачуната за електрично возило које се користи у Републици Србији

У претходној табели се може уочити да у Србији електрично возило мање загађује животну средину емисијом CO₂ у поређењу са возилима са дизел и бензинским мотором сличних карактеристика, али та разлика је веома мала у поређењу са дизел мотором, само 3 gCO₂/km.

На Графикону 9 приказана је количина емитованих gCO₂/km електричног возила у поређењу са возилима са дизел и бензинским мотором у 2021. години.



Графикон 9. Количина емитованих gCO₂/km електричног возила у поређењу са возилима са дизел и бензинским мотором у 2021. години

Слично претходном, на графикону 9 се може видети да је електрични аутомобил (VW е-Golf) више емитовао емисије gCO₂/km у поређењу са возилом са дизел, ако се он користио, тј. пунио у Пољској, а мање загађује ако се користио у било којој другој држави у Европској Унији, док је возило са бензинским мотором највећи загађивач међу посматаним у 2021. години.

7. Закључак

Велики утицај на очување животне средине огледа се у електро-енергетској мрежи одређеног подручја, односно у томе из којих извора енергије се добија електрична енергија. Уколико се већина електричне енергије добија из фосилних односно необновљивих извора, смањење емисије штетних материја електричних возила је упитно, док је у случају обновљивих извора смањење значајно.

Електрични аутомобили доприносе чистијем ваздуху у градовима, јер они не испуштају штетне материје у околину, као што су честице (чађа), испарљива органска једињења, угљоводоници, угљен-моноксид, олово и разне азотни оксиди. Користи од чистог ваздуха су најчешће локалне, због тога што су, зависно од извора електричне енергије која се користи за пуњење акумулатора, емисије штетних материја у ваздух помакнуте на место производње електричне енергије.

Заблуда је да електрични аутомобили не емитују штетне материје, односно да су они увек еколошки прихватљивији у односу на возила са СУС моторима. Електрична возила су у предности над возилима са

СУС моторима само када се енергија за њихово покретање добија искључиво од обновљивих извора који не загађују животну средину.

У овом раду није истражен утицај на околину у фази производње и рециклаже електричних и возила са СУС погоном. С обзиром на еколошки утицај производње и рециклаже батерије, и овде се очекује да ће електрична возила имати већи негативни утицај на околину.

Да би електрична возила имала предност у односу на возила са СУС моторима неопходно је повећати капацитете батерија, усавршити и појефтинити процес производње и рециклаже батерија, смањити тежину батерија, убрзати процес пуњења, повећати домет електричних возила и продужити им век трајања.

На основу добијених резултата у овом раду може се уочити да у Србији електрично возило мање загађује животну средину емисијом CO₂ у поређењу са возилима са дизел и бензинским мотором сличних карактеристика (иста марка и модел возила). Та разлика је мала у односу на бензински мотор, а веома мала у поређењу са дизел мотором, само 3 gCO₂/km.

Електрични аутомобил (VW е-Golf) је више емитовао емисије gCO₂/km у поређењу са возилом са дизел, ако се он користио, тј. пунио у Пољској, а мање загађује ако се користио у било којој другој држави у Европској Унији, док је возило са бензинским мотором највећи загађивач међу посматаним у 2021. године (Графикон 9).

У раду су истраживани позитивни утицаји употребе електричних возила на животну средину у односу на возила са погоном на фосилна горива (дизел и бензин), са аспекта смањења емисије на CO₂. На основу резултата истраживања закључено је да постоји смањење емисије CO₂ при експлоатацији електричних возила у односу на возила са моторима са унутрашњим сагоревањем. Смањење је веће или мање у зависности од државе до државе, тј. у зависности од извора електричне енергије у тим државама, неким случајевима (Пољска) чак и веће.

Емисија осталих штетних материја (SO₂, NO_x, PM_x) као продуката сагоревања угља у термоелектранама при производњи електричне енергије, није анализирана у овом раду, што доводи у питање постојање бенефита употребе електричних возила за животну средину у Србији у ситуацији кад се тренутно струја доминантно добија из термо-електрана на угаљ.

Литература

- [1] Milenković, M., Stepanović, N., Glavić, D., Tubić, V., Ivković, I., & Trifunović, A. (2020). Methodology for determining ecological benefits of advanced tolling systems. *Journal of environmental management*, 258, 110007.
- [2] Glavić, D., & Milenković, M. (2021). *Komercijalna eksploatacija saobraćajne infrastrukture*. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet.
- [3] Ivković, N. (2022). An Analysis of the Environmental Impact of Electric Vehicles. *Put i Saobraćaj*, 68(1), 43–50. <https://doi.org/10.31075/pis.68.01.07>
- [4] Glavic, D., Tadic, K., & Damjanović, O. (2018). Uticaj stanja kolovoza na troškove eksploatacije i bezbednosti. *Journal of Road and Traffic Engineering*, 64(1), 53-59.
- [5] Tadic, K., & Glavic, D. (2019). The analysis of fuel consumption models: A review and assessment. *Journal of Road and Traffic Engineering*, 65(1), 19-23.
- [6] Martz, A., Plötz, P., & Jochem, P. (2021). Global perspective on CO₂ emissions of electric vehicles. *Environmental Research Letters*, 16(5). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abf8e1>
- [7] Ding, N., Prasad, K., & Lie, T. T. (2017). The electric vehicle: A review. *International Journal of Electric and Hybrid Vehicles*, 9(1), 49–66. <https://doi.org/10.1504/IJEHV.2017.082816>
- [8] Yong, J. Y., Ramachandaramurthy, V. K., Tan, K. M., & Mithulananthan, N. (2015). A review on the state-of-the-art technologies of electric vehicle, its impacts and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 365–385. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.04.130>
- [9] Strnad, I., Škrlec, D., & Tomiša, T. (2013). A model for the efficient use of electricity produced from renewable energy sources for electric vehicle charging. *IYCE 2013 - 4th International Youth Conference on Energy*. <https://doi.org/10.1109/IYCE.2013.6604143>
- [10] IEA – International Energy Agency. (2024). Retrieved September 25, 2024, from <https://www.iea.org/>

Analysis of the Influence of Electricity Generation Mix on CO₂ Emissions from Electric Vehicles in Europe

Dragan Pantelić, B.Sc. TE

Jelica Komarica, M.Sc. TE

Draženko Glavić, Ph.D. TE

Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade

Abstract: The rise in population mobility, with the dominant modal share of passenger vehicles, is particularly concerning due to its negative impact on the environment. Environmental issues caused by internal combustion engine (ICE) vehicles are increasing, as evidenced by the fact that road transport is responsible for 22% of total CO₂ emissions. In this context, although electric cars do not emit harmful substances directly, power plants that generate electricity from various sources contribute significantly to these emissions. To determine the impact of electric vehicles on the environment, this study conducted a comparative analysis of gCO₂/km emissions depending on the type of vehicle engine (petrol, diesel, and electric) across different European countries, based on their electricity sources. For more representative results, the comparison was made using the same make and model of car-Volkswagen e-Golf (electric car) and Golf 7 with diesel and petrol ICE engines. The results indicate that in Serbia, electric vehicles emit slightly less CO₂ compared to diesel and petrol vehicles of similar characteristics. However, the difference is very small compared to diesel engines, amounting to only 3 gCO₂/km.

Keywords: Electric car, sources of electricity, CO₂ emission