

Utjecaj industrije električnih automobila na okoliš

Filković, Dino

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Virovitica University of Applied Sciences / Veleučilište u Virovitici**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:165:566785>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**

Repository / Repozitorij:



[Virovitica University of Applied Sciences Repository](#) -
[Virovitica University of Applied Sciences Academic Repository](#)



VELEUČILIŠTE U VIROVITICI

Stručni prijediplomski studij Poduzetništvo

DINO FILKOVIĆ

UTJECAJ INDUSTRIJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA NA OKOLIŠ

ZAVRŠNI RAD

Virovitica, 2024.

VELEUČILIŠTE U VIROVITICI

Stručni prijediplomski studij Poduzetništvo

UTJECAJ INDUSTRIJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA NA OKOLIŠ

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Upravljanje okolišem i održivi razvoj

Predmetni nastavnik:
dr.sc. Božidar Jaković, v.pred.

Student:
Dino Filković

Virovitica, 2024.

OBRAZAC 2**ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA****Student/ica:** DINO FILKOVIĆ **JMBAG:** 0307017564**Studij:** Poduzetništvo **Modul:** Poduzetništvo**Imenovani mentor:** dr.sc. Božidar Jaković, v.pred.**Imenovani komentor:****Naslov rada:***Utjecaj industrije električnih automobila na okoliš***Puni tekst zadatka rada:**

Student će u izradi završnog rada koristiti podatke iz dostupne domaće i inozemne literature te raspoloživih domaćih i inozemnih baza podataka, kao i relevantnih web stranica. Temeljem prikupljenih podataka, student će najprije prikazati osnovna obilježja industrije eklektičnih automobila, odnosno pojavu i razvoj električnih automobila u svijetu te posebnosti pojedinih vrsta električnih automobila. Poseban teorijski osvrt rada usmjeren je na međudnos industrije električnih automobila i okoliša, odnosno utjecaj na okoliš po pojedinim fazama, od pripreme i proizvodnje do upotrebe i na kraju odlaganja električnih automobila. U specifičnom dijelu rada razmatrat će se trendovi u industriji električnih automobila, posebno onih koji koreliraju s ekološkim pitanjima. U posljednjem dijelu završnog rada, student će provesti empirijsko istraživanje s ciljem utvrđivanja percepcije ukupnog utjecaja industrije električnih automobila na okoliš iz perspektive potrošača.

Datum uručenja zadatka studentu/ici: 29. 07. 2024.**Rok za predaju gotovog rada:** 02. 09. 2024.

Mentor:

dr.sc. Božidar Jaković, v.pred.

UTJECAJ INDUSTRIJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA NA OKOLIŠ

THE IMPACT OF THE ELECTRIC CAR INDUSTRY ON THE ENVIRONMENT

SAŽETAK:

Završni rad istražuje različite aspekte industrije električnih automobila i njihov utjecaj na okoliš. Rad analizira povijesni razvoj električnih vozila, njihove vrste, te karakteristike koje ih čine ekološki prihvatljivima u usporedbi s vozilima s unutarnjim sagorijevanjem. Iako električni automobili imaju potencijal značajno smanjiti emisije stakleničkih plinova, njihov ukupni ekološki utjecaj nije jednoznačno pozitivan. Posebna pažnja posvećena je ekološkom otisku električnih automobila, uključujući proizvodnju i odlaganje baterija te infrastrukturu za punjenje. Proizvodnja baterija, koja uključuje rudarenje i preradu rijetkih metala kao što su litij i kobalt, ima značajan utjecaj na okoliš i resurse. Osim toga, rad se bavi utjecajem na elektroenergetsku mrežu zbog povećane potrebe za punjenjem električnih automobila. Empirijsko istraživanje provedeno putem anketnog upitnika s ciljem ispitivanja javnog mišljenja pokazalo je da je svijest o ekološkim aspektima električnih automobila relativno niska, ali da postoji značajan interes za ekološke benefite koje ta tehnologija može donijeti. Zaključak rada ističe potrebu za daljnjim istraživanjima i razvojem tehnologija koje bi smanjile negativne ekološke aspekte proizvodnje i korištenja električnih automobila. Također, predložene su smjernice za poboljšanje infrastrukture i recikliranja baterija kako bi se osigurao održivi rast ove industrije u budućnosti.

Ključne riječi: električni automobili, baterije, infrastruktura, održivi razvoj, emisije stakleničkih plinova

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. POVIJESNI RAZVOJ INDUSTRIJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA	2
3. OBILJEŽJA I VRSTE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA.....	6
4. INDUSTRIJA ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA I OKOLIŠ.....	8
4.1. Ekološki otisak električnih automobila i smanjenje emisije CO ₂	9
4.2. Utjecaj proizvodnje i odlaganja baterija električnih vozila na okoliš	10
4.3. Infrastruktura za punjenje električnih vozila i njen utjecaj na okoliš.....	13
5. TRENDOVI U INDUSTRIJI ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA	14
6. ISTRAŽIVANJE STAVOVA I MIŠLJENJA JAVNOSTI O UTJECAJU INDUSTRIJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA NA OKOLIŠ.....	17
6.1. Rezultati istraživanja	17
7. ZAKLJUČAK.....	24
8. POPIS LITERATURE.....	26
9. POPIS ILUSTRACIJA.....	29

1.UVOD

Industrija električnih automobila posljednjih je desetljeća postala jedno od najbrže rastućih sektora unutar globalnog automobilskog tržišta, privlačeći pozornost javnosti, vlada i poslovnih subjekata diljem svijeta. Ovaj porast popularnosti ne proizlazi samo iz tehnoloških inovacija, već i iz sve veće svijesti o ekološkim pitanjima i nužnosti smanjenja štetnih emisija koje doprinose klimatskim promjenama. Električni automobili predstavljaju ključnu komponentu u prijelazu prema održivoj mobilnosti, jer obećavaju smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima i ublažavanje negativnih utjecaja koje automobili imaju na okoliš.

Međutim, iako električni automobili imaju potencijal za značajno smanjenje emisija stakleničkih plinova, njihov ukupni utjecaj na okoliš nije jednoznačno pozitivan. Cjelokupan životni ciklus električnih automobila, uključujući proizvodnju baterija, potrošnju resursa te procese recikliranja i odlaganja, otvara nova pitanja u vezi sa stvarnim ekološkim koristima ove tehnologije. Način na koji se proizvodi električna energija također značajno utječe na krajnji ishod, jer upotreba energije iz neobnovljivih izvora može umanjiti ekološke prednosti električnih vozila.

Ovaj završni rad istražuje složenost utjecaja industrije električnih automobila na okoliš, analizirajući različite aspekte poput emisija tijekom životnog ciklusa vozila, ekoloških izazova povezanih s rudarenjem i proizvodnjom baterija, te uloge obnovljivih izvora energije u maksimiziranju potencijalnih koristi ove tehnologije. Također, proveden je anketni upitnik pomoću kojeg se istraživala sama upoznatost ispitanika s konceptom električnih automobila te njihova mišljenja i stajališta o istima i njihovoj industriji. Cilj rada je pružiti cjelovitu sliku o ekološkoj održivosti električnih automobila, identificirati stavove javnosti o istoj, kao i prednosti i nedostatke same industrije električnih automobila i njih samih, te ponuditi smjernice za buduće istraživanje i razvoj u ovom području.

2. POVIJESNI RAZVOJ INDUSTRIJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA

Predstavljeni prije više od jednog stoljeća, električni automobili danas ponovo postaju sve popularniji iz mnogih istih razloga kao i nekad. Bez obzira radi li se o hibridima, plug-in hibridima ili potpuno električnim vozilima, potražnja za električnim pogonom nastavit će rasti kako cijene budu padale, a potrošači budu tražili načine za uštedu na gorivu.¹

Teško je precizno pripisati izum električnog automobila jednom pojedincu ili zemlji. Umjesto toga, niz otkrića u 1800-ima, uključujući razvoj baterije i električnog motora, doveo je do stvaranja prvog električnog vozila. U prvoj polovici 19. stoljeća, inovatori u Mađarskoj, Nizozemskoj i Sjedinjenim Državama, uključujući i jednog kovača iz Vermonta, eksperimentirali su s konceptom vozila na baterije i stvorili prve male električne automobile. U isto vrijeme, britanski izumitelj Robert Anderson razvio je prvu jednostavnu električnu kočiju, no tek su u drugoj polovici stoljeća francuski i engleski izumitelji stvorili prve praktične električne automobile. U Sjedinjenim Državama, prvi uspješni električni automobil pojavio se oko 1890. godine zahvaljujući Williamu Morrisonu, kemičaru iz DesMoinesa, Iowa. Njegovo vozilo za šest putnika, koje je moglo postići maksimalnu brzinu od 14 milja na sat, bilo je više nalik elektrificiranom karavanu, ali je potaknulo interes za električna vozila. Tijekom sljedećih nekoliko godina, električna vozila različitih proizvođača počela su se pojavljivati širom SAD-a. New York je čak imao flotu s više od 60 električnih taksija. Do 1900. godine, električni automobili dosegli su vrhunac popularnosti, čineći oko trećinu svih vozila na cestama, a tijekom sljedećih deset godina nastavili su bilježiti snažnu prodaju.²

Kako su električna vozila stupila na tržište, pojavio se i novi tip automobila, vozilo na benzinski pogon, zahvaljujući poboljšanjima motora s unutarnjim izgaranjem u 1800-ima. Iako su benzinski automobili imali veliki potencijal, nisu bili bez nedostataka. Za vožnju je bilo potrebno mnogo ručnog rada – mijenjanje brzina bilo je zahtjevno, a pokretali su se ručnom kurbлом, što je nekima predstavljalo poteškoću. Osim toga, bili su bučni i ispuštali neugodne plinove. S druge strane, električni automobili nisu imali problema povezanih s parom ili benzinom. Bili su tihi, jednostavni za vožnju i nisu emitirali neugodne zagađivače kao drugi automobili tog vremena. Električna vozila brzo su stekla popularnost među gradskim stanovnicima, posebno ženama. Bila su idealna za kratke gradske vožnje, a loši uvjeti na cestama izvan gradova značili su da je malo koji automobil mogao putovati daleko.

¹<https://www.caranddriver.com/features/g43480930/history-of-electric-cars/> (14.7.2024.)

²<https://www.energy.gov/articles/history-electric-car> (14.7.2024.)

Kako je sve više ljudi dobivalo pristup električnoj energiji tijekom 1910-ih, postalo je lakše puniti električne automobile.³

Slika 1. Prvi električni automobil u SAD-u iz 19.st.



Izvor: Murgovski, N. (2012): Optimal Powertrain Dimensioning and Potential Assessment of Hybrid Electric Vehicles, Chalmers University Of Technology, doktorski rad, str. 2

U to vrijeme mnogi su inovatori prepoznali veliku potražnju za električnim vozilima i istraživali načine za poboljšanje ove tehnologije. Primjerice, Ferdinand Porsche, osnivač poznate tvrtke sportskih automobila, 1898. godine razvio je električni automobil nazvan P1. Otprilike u isto vrijeme, stvorio je i prvi hibridni električni automobil na svijetu, koji je koristio kombinaciju električne energije i plinskog motora. Thomas Edison, jedan od najpoznatijih svjetskih izumitelja, smatrao je da su električna vozila superiorna tehnologija te je radio na razvoju bolje baterije za njih. Čak je i Henry Ford, Edisonov prijatelj, 1914. godine surađivao s njim na istraživanju mogućnosti za jeftini električni automobil, prema izvještaju magazina Wired. Međutim, masovno proizvedeni Model T Henryja Forda predstavljao je veliki udarac za električna vozila. Predstavljen 1908. godine, Model T učinio je benzinske automobile široko dostupnima i pristupačnima. Do 1912. godine, benzinski automobil koštao je samo 650 dolara, dok je električni roadster stajao 1750 dolara. Te je

³<https://www.energy.gov/articles/history-electric-car> (14.7.2024.)

godine Charles Kettering predstavio električni starter, čime je eliminirana potreba za ručnom kurlom, što je dodatno povećalo prodaju benzinskih vozila. Ostali razvojni događaji također su pridonijeli padu električnih vozila. Do 1920-ih, SAD je razvio bolji sustav cesta koje su povezivale gradove, a Amerikanci su željeli putovati i istraživati. S otkrićem tekšaške nafte, benzin je postao jeftin i lako dostupan ruralnim Amerikancima, a benzinske postaje počele su nicati diljem zemlje. Nasuprot tome, vrlo malo Amerikanaca izvan gradova imalo je pristup električnoj energiji u to vrijeme. Na kraju, električna vozila gotovo su potpuno nestala do 1935. godine.⁴

U sljedećih tridesetak godina, električna vozila doživjela su stagnaciju s malim napretkom u tehnologiji. Jeftin i dostupan benzin te stalna poboljšanja motora s unutarnjim izgaranjem smanjili su potražnju za vozilima na alternativna goriva. Rastuće cijene nafte i nestašice benzina, koje su kulminirale arapskim naftnim embargom 1973. godine, potaknule su interes za smanjenje ovisnosti SAD-a o stranoj nafti i za pronalaženje domaćih izvora goriva. Kao odgovor, Kongres je donio Zakon o istraživanju, razvoju i demonstracijama električnih i hibridnih vozila iz 1976. godine, ovlašćujući Ministarstvo energetike da podrži istraživanje i razvoj električnih i hibridnih vozila.⁵

U isto vrijeme, mnogi veliki i mali proizvođači automobila počeli su istraživati mogućnosti vozila na alternativna goriva, uključujući električne automobile. Primjerice, General Motors razvio je prototip gradskog električnog automobila koji je predstavio na prvom simpoziju Agencije za zaštitu okoliša o razvoju energetske sustava s niskim zagađenjem 1973. godine, dok je American Motor Company proizveo električne dostavne džipove koje je Poštanska služba SAD-a koristila u svom programu ispitivanja iz 1975. godine. Čak je i NASA pomogla povećati interes za električna vozila kada je njen električni lunarni rover postao prvo vozilo s ljudskom posadom koje je vozilo na Mjesecu 1971. godine. Ipak, vozila razvijena i proizvedena 1970-ih imala su značajne nedostatke u usporedbi s benzinskim automobilima. Električna vozila tog vremena imala su ograničene performanse, obično postizavši brzine do 70 kilometara na sat, a njihov tipični domet bio je ograničen na 65 kilometara prije nego što su trebala ponovno punjenje. U razdoblju od dvadeset godina nakon dugih redova za gorivo iz 1970-ih, interes za električna vozila je uglavnom nestao. Međutim, novi savezni i državni propisi počeli su mijenjati situaciju. Usvajanje amandmana na Zakon o čistom zraku iz 1990. godine i Zakona o energetske politici iz 1992. godine, zajedno s novim propisima o emisijama koje je uveo Kalifornijski odbor za zračne resurse,

⁴<https://www.caranddriver.com/features/g43480930/history-of-electric-cars/> (14.7.2024.)

⁵<https://www.energy.gov/articles/history-electric-car> (14.7.2024.)

ponovno su potaknuli interes za električna vozila u SAD-u. U tom razdoblju proizvođači automobila počeli su prilagođavati neke od svojih popularnih modela u električna vozila. To je rezultiralo time da su električna vozila počela postići brzine i performanse bliže benzinskim automobilima, s dometom od oko 100 kilometara.⁶

Iako su svi početci i zastoji u industriji električnih vozila tijekom druge polovice 20. stoljeća pomogli svijetu uvidjeti potencijal ove tehnologije, pravo oživljavanje električnih vozila dogodilo se tek početkom 21. stoljeća. Mnogi smatraju da je prva ključna točka bilo predstavljanje Toyote Prius. Prius, koji je lansiran u Japanu 1997. godine, postao je prvo hibridno električno vozilo proizvedeno u velikim količinama. Godine 2000. Prius je pušten na svjetsko tržište i brzo je stekao popularnost među slavnim osobama, što je pridonijelo njegovoj prepoznatljivosti. Da bi Prius postao stvarnost, Toyota je koristila nikal-metal hidridne baterije, razvijene uz podršku istraživanja Ministarstva energetike. Od tada, rastuće cijene goriva i sve veća zabrinutost zbog emisija ugljika doprinijeli su tome da Prius postane najprodavaniji hibridni automobil na svijetu tijekom proteklog desetljeća.⁷

Još jedan važan događaj koji je doprinio transformaciji električnih vozila bila je objava iz 2006. godine da će mali startup iz Silicijske doline, Tesla Motors, početi proizvoditi luksuzni električni sportski automobil sposoban za prelazak više od 200 milja s jednim punjenjem. U 2010. godini Tesla je dobila zajam od 465 milijuna dolara od Ureda za kreditne programe Ministarstva energetike, zajam koji je tvrtka otplatila devet godina prije roka, kako bi uspostavila proizvodni pogon u Kaliforniji. Od tada je Tesla brzo stekla veliku popularnost za svoje automobile i postala najveći poslodavac u automobilskoj industriji u Kaliforniji.⁸

⁶<https://www.energy.gov/articles/history-electric-car> (14.7.2024.)

⁷<https://blog.evbox.com/electric-cars-history> (14.7.2024.)

⁸<https://www.energy.gov/articles/history-electric-car> (14.7.2024)

3. OBILJEŽJA I VRSTE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA

Prijevoz se kroz generacije značajno promijenio; ljudi su nekada putovali pješice, zatim su počeli koristiti kotače, a kasnije i kolica. S vremenom, ljudi su se okrenuli automobilima. Benzinski i dizelski motori dugo su dominirali industrijom, ali zbog ekoloških problema javila se potreba za pronalaskom novih, ekološki prihvatljivih načina prijevoza. Tu na scenu stupaju električni automobili. Smatraju se ekološki prihvatljivim prijevoznim sredstvima i prilagođeni su potrebama potrošača.⁹

Električni automobil, vozilo je koje pokreće električna energija pohranjena u baterijama. Električni automobili su tiši, ne ispuštaju ispušne plinove i stvaraju manje ukupnih zagađivača u usporedbi s vozilima koja koriste motore s unutarnjim izgaranjem. Oni imaju niže troškove održavanja zbog manjeg broja dijelova, a vrlo su ekološki prihvatljivi jer ne koriste fosilna goriva poput benzina ili dizela. Iako su neki raniji modeli koristili olovne ili nikal-hibridne baterije, litijeve baterije sada dominiraju jer su dugotrajnije i učinkovitije u proizvodnji električne energije.¹⁰ Električno vozilo ima ove komponente: priključak za punjenje, inverter, električni vučni motor, električni pogonski sklop i bateriju. Priključak za punjenje električnog vozila omogućuje baterijskom paketu primanje energije iz vanjskog izvora napajanja. Ovi izvori energije nazivaju se opremom za napajanje električnih vozila (EVSE), poznatijoj kao stanica za punjenje. Punjenje se događa kada je EVSE uključen u priključak za punjenje EV-a u privatnoj rezidenciji ili komercijalnoj stanici za punjenje. Na primjer, EVSE koji koristi standardnu utičnicu od 240 volti (slično onima koje se koriste za kućanske aparate) može puniti EV preko noći. Inverteri za električna vozila mijenjaju protok elektrona baterije iz istosmjerne struje (DC) u izmjeničnu struju (AC), koja se zatim koristi za napajanje električnog vučnog motora. Budući da litij-ionske baterije mogu prihvatiti samo istosmjernu struju - i budući da električni vučni motori zahtijevaju izmjeničnu struju za rad - pretvarači su neophodne komponente za EV. Inverteri se također koriste za kontrolu frekvencije izmjenične struje koja se šalje motoru, tako da igraju izravnu ulogu u kontroli brzine EV-a. Primajući električnu energiju iz pretvarača, električni vučni motor daje snagu koja pokreće električno vozilo.¹¹

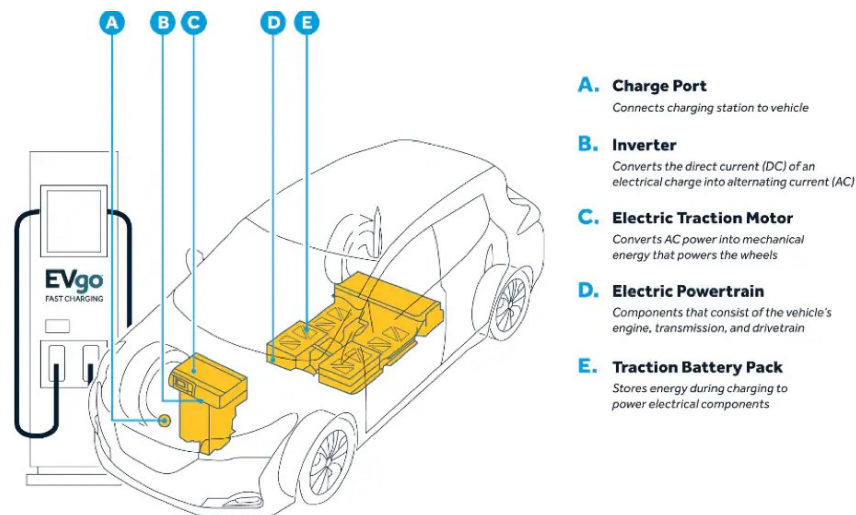
⁹<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/2190-4715-24-14> (14.7.2024.)

¹⁰<https://testbook.com/physics/electric-car> (14.7.2024.)

¹¹<https://www.seai.ie/technologies/electric-vehicles/what-is-an-electric-vehicle/how-electric-vehicles-work/> (14.7.2024.)

Električni vučni motori vrlo su učinkoviti i snažni jer nemaju više stupnjeva prijenosa za promjenu poput motora s unutarnjim izgaranjem, snaga s papučice na motor dolazi gotovo trenutno. Pogonski sklop električnog vozila obuhvaća cijeli visokonaponski električni sustav koji omogućuje rad vozila. Električni pogonski sklop obično se sastoji od pretvarača, električnog vučnog motora, reduktora i vučne baterije. Ovi električni pogonski sklopovi su lagani, kompaktni i pružaju vrlo malo vibracija s trenutnim okretnim momentom. Mnogi pretvarači u električnim pogonskim sklopovima mogu čak povratiti isporučenu energiju tijekom usporavanja. Ovaj proces poznat je kao regeneracija, prijenos neiskorištene izmjenične struje tijekom kočenja u istosmjernu struju koja se može pohraniti natrag u bateriju. Glavna funkcija pogonske baterije električnog vozila je pohranjivanje energije prikupljene iz mreže tijekom punjenja. Ta se energija zatim koristi za napajanje motora vozila i svih ostalih električnih komponenti.¹²

Slika 2. Komponente električnog automobila



Izvor: NissanUSA <https://www.nissanusa.com/experience-nissan/news-and-events/how-do-electric-cars-work.html> (14.7.2024.)

Moderni proizvođači automobila dizajniraju različite vrste električnih vozila kako bi vozačima pružili niz značajki i različitih prednosti. Najčešći tipovi električnih vozila uključuju: baterijska električna vozila, hibridna električna vozila, plug-in hibridna vozila.

Električno vozilo na baterije je vrsta električnog vozila koje se napaja isključivo iz baterije. BEV ne koriste motore s unutarnjim izgaranjem ili benzin za rad, tako da ne proizvode štetne emisije iz ispušnih cijevi. Ova vozila svu svoju energiju dobivaju od EVSE-

¹²<https://www.nissanusa.com/experience-nissan/news-and-events/how-do-electric-cars-work.html> (14.7.2024.)

a koji crpe električnu energiju iz mreže. Hibridno električno vozilo (HEV) je vozilo niske emisije koje koristi mali paket baterija kao pomoć motoru s unutarnjim izgaranjem. Ova vozila većinu energije dobivaju iz plina i ne mogu se priključiti na utičnicu za punjenje. Umjesto toga, njihove baterije pune se regenerativnim kočenjem i pomoću generatora spojenog na plinski motor. Iako HEV-ovi ne mogu raditi samo na električnu energiju, oni maksimiziraju uštedu goriva dopuštajući upotrebu visokoučinkovitog benzinskog motora manje snage i pokretanje tog motora na učinkovitiji način i uključivanje samo kada je to potrebno. Plug-in hibridno vozilo ima i električni vučni motor i motor s unutarnjim izgaranjem, što znači da im je za rad potrebno EVSE punjenje i benzin. Plug-in hibrid radi na struju sve dok mu se baterija ne isprazni, a u tom slučaju uključuje se njegov motor s unutarnjim izgaranjem i radi na benzin.¹³

4. INDUSTRIJA ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA I OKOLIŠ

Prema IEA (International Energy Agency) industrija električnih automobila je jedan od najbrže rastućih sektora u automobilskoj industriji, potaknut rastućom potražnjom za održivijim i ekološki prihvatljivijim rješenjima za prijevoz. Električni automobili predstavljaju ključnu komponentu globalnih napora za smanjenje emisija i borbu protiv klimatskih promjena, te su stoga u središtu pozornosti kako tehnološkog razvoja, tako i regulativnih inicijativa diljem svijeta. Industrija električnih automobila trenutno prolazi kroz brzu transformaciju, potaknuta tehnološkim napretkom, ekološkom sviješću i podrškom vlada diljem svijeta.¹⁴

S porastom auto industrije, paralelno se povećao i broj vozila, što je dovelo do većih problema sa zagađenjem okoliša. Prema Golubiću (1999), ispušni plinovi nastaju izgaranjem goriva u motorima s unutarnjim izgaranjem, a vrsta ispušnih plinova ovisi o tome je li izgaranje potpuno ili nepotpuno. Potpuno sagorijevanje proizvodi samo CO₂ i vodenu paru, jer gorivo sadrži ugljik i vodik, te dušik i kisik iz zraka. Nepotpuno sagorijevanje proizvodi štetne spojeve za ljude i okoliš. Uzroci nepotpunog sagorijevanja uključuju nedostatak kisika u mješavini goriva, loše miješanje smjese, hlađenje dijela smjese koje sprječava zapaljenje, kut ubrizgavanja goriva i slično. Današnja moderna vozila su ekonomičnija i ekološki prihvatljivija. Smanjenje potrošnje goriva, smanjenje emisije štetnih tvari i uklanjanje

¹³<https://www.nissanusa.com/experience-nissan/news-and-events/how-do-electric-cars-work.html> (14.7.2024.)

¹⁴<https://www.iea.org/energy-system/transport/electric-vehicles> (23.7.2024.)

klorovodika iz klima uređaja u vozilima značajno su smanjili njihov utjecaj na efekt staklenika (Golubić, 1999).

U industrijski razvijenim zemljama vlade i javnost pokazuju nezapamćen porast interesa i želje za proizvodnjom plinsko-električnih hibrida (HEV) i potpuno električnih vozila (EV). Ovaj rast interesa pripisuje se nekoliko čimbenika, uključujući opasno zagađenje zraka u mnogim dijelovima svijeta, visoke cijene nafte i sukobe povezane s naftom. Održivi razvoj zahtijeva korištenje obnovljivih izvora koje priroda nudi. Obnovljivi izvori uključuju energiju, kvalitetu zraka i vode, produktivno tlo, ekološke šume, morske živote i sve biološke vrste (Hsu,2013).

Kako navode Porter i Van der Linde (1995), u operativnim aktivnostima poduzeća, "zelene prakse" predstavljaju radnje koje poboljšavaju ekološke performanse u poslovanju te tvrtke. S obzirom na veliki broj procesa i operativnih funkcija, zelene prakse uključuju planiranje proizvodnje, razvoj proizvoda i procesa, upravljanje opskrbnim lancem, proizvodnju i post-prodajne operacije. Budući da inovacije igraju važnu ulogu u povećanju konkurentnosti tvrtke i imaju značajan utjecaj na okoliš, one su također navedene kao jedna od zelenih operacija. U automobilskoj industriji zelene prakse uključuju korištenje hibridnih vozila i vozila koja rade isključivo na električnu energiju, proizvodne procese koji recikliraju zagađujuće resurse poput plastike, te razvoj novih tehnologija i materijala manje štetnih za okoliš (Rakarić, 2020). Konvencionalni automobili s motorima s unutarnjim izgaranjem i dalje su glavni izvor zagađenja zraka, ispuštajući ugljični dioksid, dušikove okside, crni ugljik i fine čestice. Neki od tih zagađivača imaju ozbiljne posljedice po zdravlje, uključujući preranu smrtnost (Buekers i sur.,2014).

4.1. Ekološki otisak električnih automobila i smanjenje emisije CO2

Ukupni otisak e-automobila danas je manji od vozila s motorom s unutarnjim izgaranjem i postat će još bolji. Da bi usporedba bila poštena, važno je sagledati cijeli životni ciklus automobila. Ekološki otisak ovisi i o procesu proizvodnje i o emisijama tijekom uporabe. Proizvodnja potpuno električnih vozila trenutno stvara više CO2 emisija u usporedbi s vozilima s motorima s unutarnjim izgaranjem. Različiti koraci u procesu proizvodnje baterija troše velike količine energije, što rezultira značajnim emisijama CO2. Najveći doprinos emisijama dolazi iz faze proizvodnje aktivnih materijala za baterije, budući datijekom upotrebe, automobil ne proizvodi CO2 emisije. Električna energija potrebna za punjenje baterije može poticati iz različitih izvora, od potpuno obnovljivih (kao što su

energija vjetrova ili sunca) do u potpunosti fosilnih goriva (poput ugljena, prirodnog plina, ili nafte). Ipak, očekuje se značajan porast proizvodnje zelene električne energije u narednim godinama, što će promijeniti trenutnu situaciju. Kroz cijeli životni ciklus automobila, električna vozila i povećanje zelene energije rezultirat će manjim ukupnim emisijama CO₂ u usporedbi s vozilima na fosilna goriva. Već danas, električna vozila u EU u prosjeku emitiraju skoro 60% manje CO₂.¹⁵

4.2. Utjecaj proizvodnje i odlaganja baterija električnih vozila na okoliš

Dok automobili s motorom s unutarnjim izgaranjem dobivaju energiju izgaranjem benzina ili dizela, električno vozilo dobiva energiju izravno iz velikog paketa baterija. One su poput proširene verzije litij-ionske (Li-ion) baterije u mobilnom telefonu. Električna vozila ne koriste jednu bateriju kao telefon, već umjesto toga koriste paket koji se sastoji od tisuća pojedinačnih Li-ion baterija u kojima ionske stanice rade zajedno. Kada se automobil puni, električna energija se koristi za kemijske promjene unutar njegovih baterija. Kada je na cesti, te se promjene preokreću i proizvode električnu energiju.¹⁶

Različiti sustavi za pohranu energije primjenjuju se u potpuno električnim vozilima, plug-in hibridima i hibridima. Litij-ionske baterije naširoko se koriste u većini prijenosnih uređaja poput mobilnih telefona i prijenosnih računala zbog njihove visoke energetske gustoće po jedinici mase i volumena u usporedbi s drugim sustavima za pohranu električne energije. Odlikuju se visokim omjerom snage i težine, visokom energetskom učinkovitošću, dobrim performansama pri visokim temperaturama, dugim vijekom trajanja i niskom stopom samopražnjenja. Iako se većina komponenti litij-ionskih baterija može reciklirati, troškovi oporavka materijala predstavljaju izazov za industriju. Današnja potpuno električna vozila i PHEV-ovi uglavnom koriste litij-ionske baterije, iako se njihov kemijski sastav često razlikuje od onih u potrošačkoj elektronici. Istraživanja i razvoj teku s ciljem smanjenja relativno visokih troškova, produljenja vijeka trajanja, smanjenja uporabe kobalta i rješavanja sigurnosnih problema povezanih s različitim stanjima kvara. Nikal-metal-hidridne baterije, koje se često koriste u računalnoj i medicinskoj opremi, pružaju dobru specifičnu energiju i specifičnu snagu. U usporedbi s olovnim baterijama, nikal-metal-hidridne baterije imaju znatno dulji životni vijek te su sigurne i otporne na zlouporabu. Ove baterije su široko

¹⁵<https://rbm.umicore.com/en/newsroom/debunking-myths-about-batteries-electro-mobility/electro-mobility-myth-1/> (23.7.2024.)

¹⁶<https://www.edfenergy.com/electric-cars/batteries> (23.7.2024.)

primjenjivane u hibridnim električnim vozilima. Glavni izazovi vezani uz nikal-metal-hidridne baterije uključuju njihovu visoku cijenu, visoku stopu samopražnjenja, generiranje topline pri visokim temperaturama te potrebu za kontrolom gubitka vodika. Olovne baterije mogu biti dizajnirane da pružaju visoku snagu, a uz to su jeftine, sigurne, mogu se reciklirati i pouzdane. Ipak, njihova upotreba je ograničena zbog niske specifične energije, slabih performansi pri niskim temperaturama te kratkog kalendarskog i životnog vijeka. Iako se razvijaju napredne olovno-kiselinske baterije velike snage, one se trenutno koriste samo u komercijalno dostupnim električnim vozilima za pomoćna opterećenja. Također se koriste u vozilima s motorom s unutarnjim izgaranjem za stop-start funkciju, koja eliminira rad u praznom hodu tijekom zaustavljanja i smanjuje potrošnju goriva.¹⁷

Slika 3. Baterija električnog automobila Bmw-a i3



Izvor: C&EN <https://cen.acs.org/energy/energy-storage-/Europe-contender-electric-vehicle-batteries/98/i27> (23.7.2024.)

Mnogi proizvođači istražuju kako ponovno iskoristiti baterije za električna vozila nakon što dosegnu kraj svog životnog vijeka. Jedna od perspektivnih ideja je prenamjena tih baterija za napajanje domova i zgrada. Međutim, još uvijek nije jasno što će se dogoditi s baterijama nakon što više ne budu prikladne za recikliranje. Vrijeme koje baterije provedu u električnom vozilu često je samo početak njihovog ukupnog vijeka trajanja. Nakon uklanjanja

¹⁷<https://afdc.energy.gov/vehicles/electric-batteries> (23.7.2024.)

iz vozila, većina baterija je još uvijek upotrebljiva za druge zahtjevne zadatke, kao što je skladištenje energije za električnu mrežu ili kućanstva, što je sve traženija primjena.

Kad baterije dosegnu kraj svog radnog vijeka, reciklirat će se, pri čemu se obično izdvajaju vrijedni materijali poput kobalta, litija, nehrđajućeg čelika, bakra, aluminijske i plastike. Trenutno se reciklira samo oko polovica materijala iz baterija za električna vozila, ali s očekivanim porastom popularnosti električnih vozila u sljedećim godinama, proizvođači nastoje poboljšati te stope recikliranja.¹⁸

Ministarstvo energetike SAD-a navodi kako bi široko rasprostranjeno recikliranje baterija pomoglo da opasni materijali ne uđu u tok otpada, kako na kraju vijeka trajanja baterije tako i tijekom njene proizvodnje. Trenutno se radi na razvoju procesa recikliranja baterija koji minimaliziraju utjecaje na životni ciklus korištenja litij-ionskih i drugih vrsta baterija u vozilima. Ali nisu svi procesi recikliranja isti i za oporabu materijala potrebne su različite metode odvajanja. Tako se primjerice kod procesa taljenja obnavljaju osnovni elementi ili soli. Ovi su procesi sada operativni u velikoj mjeri i mogu prihvatiti više vrsta baterija, uključujući litij-ionske i nikal-metal-hidridne. Taljenje se odvija na visokim temperaturama gdje se organski materijali, uključujući elektrolit i ugljične anode, spaljuju kao gorivo ili redukcijsko sredstvo. Vrijedni metali se izdvajaju i šalju na rafinaciju kako bi proizvod bio prikladan za bilo koju upotrebu. Ostali materijali, uključujući litij, sadržani su u troski, koja se sada koristi kao dodatak betonu. S druge strane, neki procesi recikliranja izravno oporavljaju materijale za baterije. Komponente se odvajaju različitim fizičkim i kemijskim procesima, a svi aktivni materijali i metali mogu se oporaviti. Izravna uporaba je niskotemperaturni proces s minimalnim energetske zahtjevima. Postoji i opcija u kontekstu međuprocasa, kao vrstaprocasa između dvije krajnosti. Takvi procesi mogu prihvatiti više vrsta baterija, za razliku od izravne uporabe, ali oporabljati materijale dalje duž proizvodnog lanca nego što to čini taljenje.¹⁹

S druge strane, prema EDF-u (Electricite de France), baterije iz električnih vozila bi se mogle prenamijeniti. Nakon što baterija više ne može učinkovito napajati vozilo, kao što je prethodno i navedeno, može se iskoristiti za napajanje doma ili zgrade, čime postaje dio sustava za pohranu energije. Ovaj sustav pohranjuje energiju u baterijama, omogućujući njeno kasnije korištenje. Također se može upariti s obnovljivim izvorima energije u primjerice kućanstvima koja koriste energiju sunca ili vjetra za napajanje kućanstva. Energija u tim baterijama se može pohraniti i koristiti noću kada nema vjetra ili sunčeve svjetlosti

¹⁸<https://www.edfenergy.com/electric-cars/batteries> (23.7.2024.)

¹⁹<https://afdc.energy.gov/vehicles/electric-batteries> (23.7.2024.)

čime se mogu smanjiti količine struje koje kućanstvo uzima iz mreže i u konačnici uštedjeti na računima.²⁰

Prema globalnom scenariju D-2 (zasnovanom na potrebi za zaštitom klime), u narednih trideset godina očekuje se sustavno povećanje potražnje za električnim cestovnim vozilima. Ovo će rezultirati značajnim porastom potražnje za sirovinama. Konkretno, od 2015. do 2050. godine, potražnja za litijem će se povećati pet puta, s 150.000 tona na oko 500.000 tona godišnje. Ovo povećanje uglavnom je povezano s rastom proizvodnje osobnih vozila. Iako postoji potencijal za razvoj baterija baziranih na drugim mineralima (keramika, staklo), trenutno, porast broja električnih automobila znači i povećanje potražnje za litijem. Većina kupaca polazi od uvjerenja da su električni automobili dobri za okoliš, međutim to je samo djelomično točno. Zanemaruje se značajan utjecaj na okoliš tijekom proizvodnje sirovina. Iskopavanje ruda potrebnih za proizvodnju sirovina, posebno u nerazvijenim zemljama, stvara veliku količinu otpada. Također, pridobivanje kobalta opterećuje okoliš teškim metalima, dok proizvodnja litija posebno ugrožava vodne resurse. U svakom slučaju, korištenje električnih vozila povezano je sa značajnim okolišnim i zdravstvenim rizicima tijekom proizvodnje sirovina i recikliranja istrošenih baterija. Električni automobili samo trenutno smanjuju štetne emisije plinova u urbanim područjima s gustim prometom. Čak je i Dieter Teufel, direktor njemačkog Instituta za okoliš i procjenu razvoja, izjavio da su električni automobili u konačnici približno jednako štetni kao i dizelski automobili.²¹

4.3. Infrastruktura za punjenje električnih vozila i njen utjecaj na okoliš

Električna vozila značajno utječu na distribucijsku mrežu. Postojeće mreže potrebno je unaprijediti kako bi mogle zadovoljiti buduće zahtjeve koji proizlaze iz integracije mnogobrojnih mjesta za punjenje električnih vozila te uporabe bržih i snažnijih punjača. Povećanje broja električnih vozila znatno će utjecati na trenutne mreže srednjeg i niskog napona. Povećanje broja električnih vozila donosi i negativne posljedice u vidu opterećenja električnog sustava. Najčešće se koriste obični mrežni punjači jer omogućuju punjenje vozila kod kuće ili na poslu kada je vozilo parkirano dulje vrijeme. Trenutno se 60% do 80% punjenja vozila obavlja na ovim punjačima, a očekuje se da će njihova dominacija potrajati do 2030. godine. Punjači velike snage mogu vrlo brzo napuniti baterije vozila, ali osim što uzrokuju velika opterećenja na lokalnu distribucijsku mrežu, njihova česta uporaba može

²⁰<https://www.edfenergy.com/electric-cars/batteries> (23.7.2024.)

²¹<https://www.tehnoeko.com.hr/2759/elektricni-automobili-jesu-li-stvarno-prijateljski-za-okolis> (23.7.2024.)

pogoršati karakteristike baterije i skratiti njen vijek trajanja. Stoga bi njihovu uporabu trebalo ograničiti na izvanredne situacije (Engel i sur., 2018).

Utjecaj punjenja električnih vozila na opterećenja elektroenergetskog sustava ovisi o razinama snage korištenim za punjenje. Kućni punjači, s snagom oko 2,3 kW, omogućuju sporije punjenje, koje traje oko 8-9 sati, ravnomjernije raspoređujući opterećenje tijekom dužeg vremenskog razdoblja. Povećanjem snage na 22 kW ili više, vrijeme punjenja se može smanjiti na čak 30 minuta, ali to značajno povećava opterećenje na distribucijsku mrežu, što može negativno utjecati na infrastrukturu. Postoje značajne razlike u distribucijskim mrežama unutar Europe. Zemlje s visoko razvijenim mrežama, poput Nizozemske, lakše će podnijeti dodatno opterećenje od punjenja električnih vozila, dok će se zemlje s manje razvijenim mrežama suočiti s negativnim posljedicama poput tehničkih kvarova. Međutim, s obzirom na trenutne svjetske trendove u korištenju električnih vozila, zemlje s manje razvijenim mrežama, poput Mađarske i Litve, također zaostaju u korištenju električnih vozila, što smanjuje probleme u elektroenergetskom sustavu (Olajoš, 2020).

Trenutno punjenje električnih vozila u Republici Hrvatskoj nema značajan utjecaj na mrežu, no očekuje se da će uskoro postati problem. Predviđa se da će se veći broj električnih vozila pojaviti u dijelovima grada s većom koncentracijom bogatijih stanovnika, što će staviti veći pritisak na lokalne distribucijske mreže. Kao rezultat, punjenje električnih vozila vjerojatno će biti najintenzivnije u popodnevnim satima nakon radnog vremena, čime će se povećati potrošnja električne energije u kućanstvima u odnosu na ostatak dana. Budući da lokalne distribucijske mreže nisu dizajnirane za takva opterećenja, punjenje električnih vozila može ih brzo dovesti do tehničkih granica (Olajoš, 2020)

5. TRENDVI U INDUSTRIJI ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA

Automobilska industrija prolazi kroz značajnu transformaciju, s posebnim naglaskom na električna vozila. Ova promjena potaknuta je raznim faktorima, uključujući tehnološki napredak, rastuću svijest o ekološkim pitanjima, promjene u regulacijama te sve veću potražnju potrošača za održivim opcijama prijevoza.²²

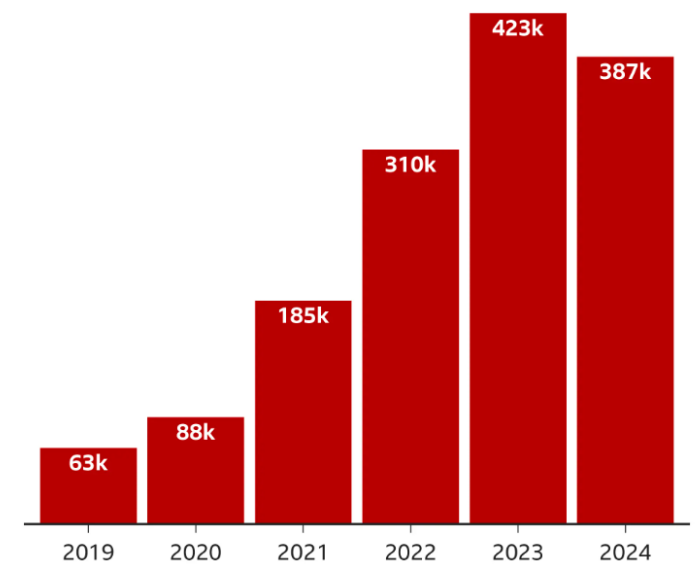
Prodaja električnih automobila ruši nove rekorde, a očekuje se da će se zamah nastaviti do 2024. Tržišta električnih automobila bilježe snažan rast jer se prodaja približila 14 milijuna u 2023. Udio električnih automobila u ukupnoj prodaji porastao je s oko 4% u

²²<https://www.epicflow.com/blog/5-latest-trends-in-the-automotive-industry/> (23.7.2024.)

2020. na 18% u 2023.²³ No ipak, taj trend se ne nastavlja i u 2024. godini kako navodi autoklub.hr, barem ne u Europi. Prema statističkim podacima, prodaja električnih automobila u Njemačkoj je pala za više od 30% u odnosu na isto razdoblje prošle godine. Najsnažniji pad od svih proizvođača bilježi američka Tesla koja ima pad prodaje od 64% u odnosu na isto razdoblje u prošloj godini. Ovaj pad prodaje naglašen je najnovijim trendom smanjenog interesa potrošača za električnim vozilima u kojem se kao glavni problem navodi njihova visoka cijena.²⁴

The Associated Press-NORC Center for Public Affairs Research je proveo anketu u SAD-u u kojoj je sudjelovalo preko 6000 osoba i pokazalo se da manje od 40% bar donekle razmatra kupnju električnog automobila. Nasuprot tome, plan američkog predsjednika Bidena je da se do 2032. poveća prodaja električnih automobila za više od 50%. I u SAD-u najveću prepreku čini cijena električnih vozila. Iako je u prosjeku skoro 13% manja u odnosu na prethodu godinu i dalje je značajno veća u usporedbi s ostalim novim vozilima. Još jedan od problema je i nedostupnost punjača, pri čemu je 50% anketnih ispitanika koji žive u ruralnim područjima izjavilo je da nema punjač u blizini. Čini se da ni u gradovima zasad nije bolja situacija jer isti problem navode ljudi koji žive u gradovima, njih oko 40%.²⁵

Slika 4. Teslina globalna isporuka električnih vozila



²³<https://www.ica.org/energy-system/transport/electric-vehicles> (23.7.2024.)

²⁴<https://www.jutarnji.hr/autoklub/aktualno/ogroman-pad-prodaje-elektricnih-automobila-u-njemackoj-rast-prodaje-benzinaca-i-dizelasa-15469204> (23.7.2024.)

²⁵<https://apnews.com/article/electric-vehicles-biden-charging-stations-poll-e0ba37aa081c0d3f1d824b07364d0bdb> (23.7.2024.)

Izvor: BBC <https://www.bbc.com/news/business-69022771> (23.7.2024.)

Globalni prijelaz na električne automobile predstavlja jedan od najznačajnijih trendova u automobilskoj industriji. Ekološki čimbenici potiču razvoj vozila s nultom emisijom, dok popularnost električnih vozila i hibridnih električnih vozila i dalje raste zbog njihove čistije i ekološki prihvatljivije prirode. Tehnologija baterija i infrastruktura za punjenje također se unapređuju – na primjer, litij-ionske baterije, koje imaju svoja ograničenja, sve više se zamjenjuju baterijama čvrstog stanja koje nude veću energetska gustoću, bolju sigurnost, stabilnost i isplativost. Veliki proizvođači automobila značajno ulažu u proizvodnju električnih vozila. Kompanije kao što su General Motors, Volvo, Aston Martin i Jaguar Land Rover planiraju u budućnosti proizvoditi isključivo električna vozila. Očekuje se da će usvajanje električnih vozila značajno porasti u narednim godinama, a predviđa se da će do 2030. godine 55 posto svih automobila prodanih u Europi biti potpuno električni.²⁶

Inovativni proizvođači pokazuju značajan interes za potencijal samovozećih tehnologija jer one otvaraju nove mogućnosti za poslovni rast. Suvremena autonomna vozila nalaze se u ranoj fazi razvoja: među šest razina automatizacije vožnje, trenutno su dostupna samo vozila razine 3 (uvjetna automatizacija) i neka vozila razine 4 (visoka automatizacija) u određenim regijama. Iako je potpuno autonomna vožnja udaljena barem nekoliko godina, očekuje se da će se ova tehnologija intenzivno razvijati i testirati u narednim godinama, što će dovesti do povećanja broja autonomnih automobila na cestama.²⁷

Alternativna goriva su jedan od novih trendova u automobilskoj industriji koji je donekle u suprotnosti s elektrifikacijom. Iako se mnogi automobili još uvijek oslanjaju na fosilna goriva i proizvođači prelaze na električna vozila, neki od njih ne žele koristiti baterije u svojim modelima. E-goriva se tako pojavljuju kao ekološki prihvatljivija alternativa tradicionalnim gorivima, a koriste se i izvan automobilske industrije. E-goriva uključuju e-kerozin, e-metan i e-metanol, koji se dobivaju sintezom emisija CO₂ i korištenjem obnovljive električne energije bez CO₂. Europska komisija je, unatoč prethodnoj zabrani, pristala dozvoliti prodaju automobila na e-goriva nakon 2035., pod uvjetom da ne utječu na klimu. Zbog toga bi se proizvodnja ovog goriva mogla povećati u narednim godinama.²⁸

²⁶<https://www.epicflow.com/blog/5-latest-trends-in-the-automotive-industry/> (23.7.2024.)

²⁷<https://cars.usnews.com/cars-trucks/advice/cars-that-are-almost-self-driving> (23.7.2024.)

²⁸<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/alternative-fuel> (23.7.2024.)

6. ISTRAŽIVANJE STAVOVA I MIŠLJENJA JAVNOSTI O UTJECAJU INDUSTRIJE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA NA OKOLIŠ

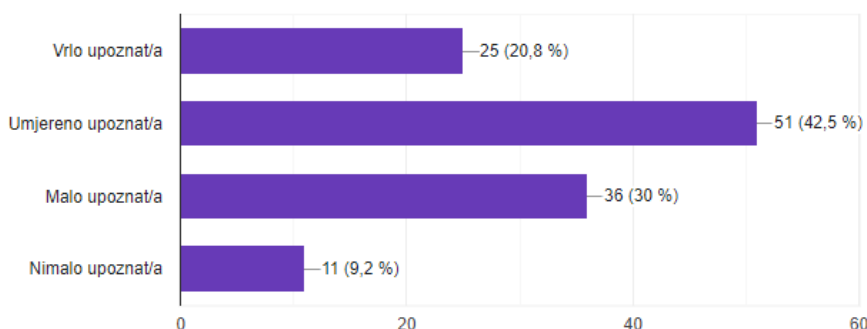
Nakon teorijskog dijela koji obuhvaća sve aspekte proizvodnje električnih automobila, uključujući njihovu proizvodnju, korištenje resursa, podršku infrastrukture, recikliranje baterija, itd., provedeno je empirijsko istraživanje putem anketnog upitnika. Empirijsko istraživanje provedeno je s ciljem ispitivanja mišljenja i stavova javnosti o električnim automobilima i utjecaju industrije istih na okoliš. Anketni upitnik izrađen je uz pomoć Google obrasca, a anketa je provedena putem društvenih mreža koje uključuju: Facebook, Instagram, WhatsApp, Messenger i Viber. Anketni upitnik sačinjen je od 10 pitanja zatvorenog tipa a dostupan je bio u razdoblju od 7.8. do 10.8.2024. godine. U nastavku rada slijedi obrada podataka prikupljenih putem ovog anketnog upitnika.

6.1. Rezultati istraživanja

Istraživanje je provedeno na uzorku od 120 ispitanika svih dobnih skupina u svrhu otkrivanja mišljenja i stavova javnosti o utjecaju industrije električnih automobila na okoliš. U nastavku slijedi prikaz obrade podataka s temom problematike ovog rada.

S konceptom električnih automobila dobro je upoznato tek nešto više od 20% ispitanika, točnije 20,8% ili 25 ispitanika od ukupno 120. Najveći broj ispitanika, odnosno 42,5% je umjereno upoznato s konceptom električnih automobila. 30% je malo upoznato, a 9,2% nije uopće upoznato s konceptom električnih automobila.

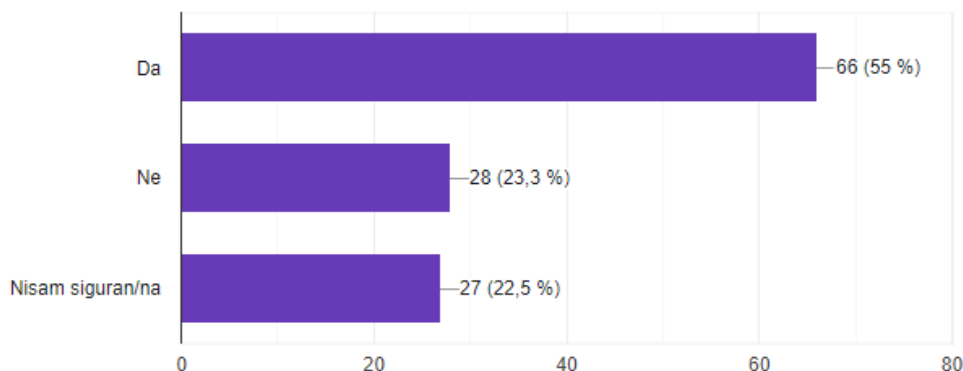
Grafikon 1. Upoznatost ispitanika s konceptom električnih automobila



Izvor: Autor prema provedenom istraživanju

Nadalje, od ukupnog broja ispitanika, njih 55% smatra da električni automobili imaju pozitivniji utjecaj na okoliš u usporedbi s vozilima na fosilna goriva, što je samo djelomično točno. S druge strane, 23,3% se ne slaže dok 22,5% nije sigurno.

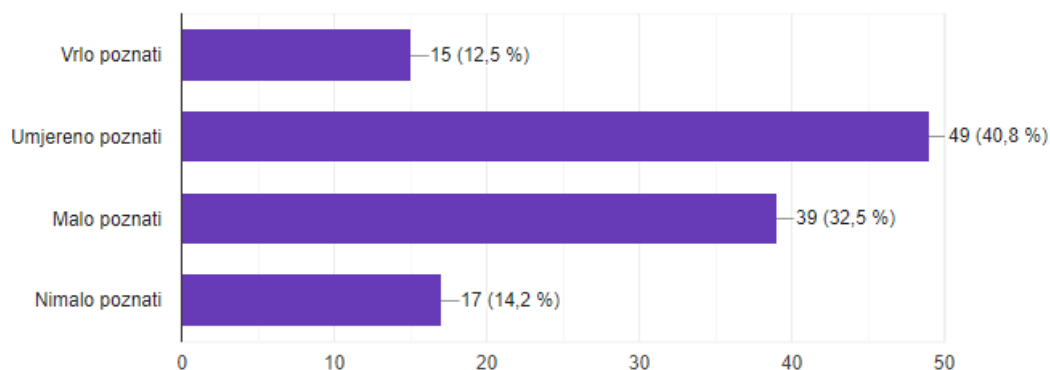
Grafikon 2. EV imaju pozitivniji utjecaj na okoliš od vozila na fosilna goriva



Izvor: Autor prema provedenom istraživanju

Rudarenje sirovina potrebnih za proizvodnju komponenti električnih automobila stvara veliku količinu otpada. Konkretno proizvodnja litija ugrožava vodne resurse dok pridobivanje kobalta opterećuje okoliš teškim metalima. Najveći broj ispitanika, odnosno 40,8% je reklo da je umjereno upoznato s navedenim problemima što nije loš znak ali trebalo bi se poboljšati kako bi shvatili način na koji električni automobili indirektno zagađuju okoliš. Od ukupnog broja ispitanika, njih 12,5% je vrlo upoznato s ovim problemom dok je 32,5% malo upoznato, a 14,2% nije uopće upoznato s problemima povezanim s proizvodnjom baterija za električna vozila.

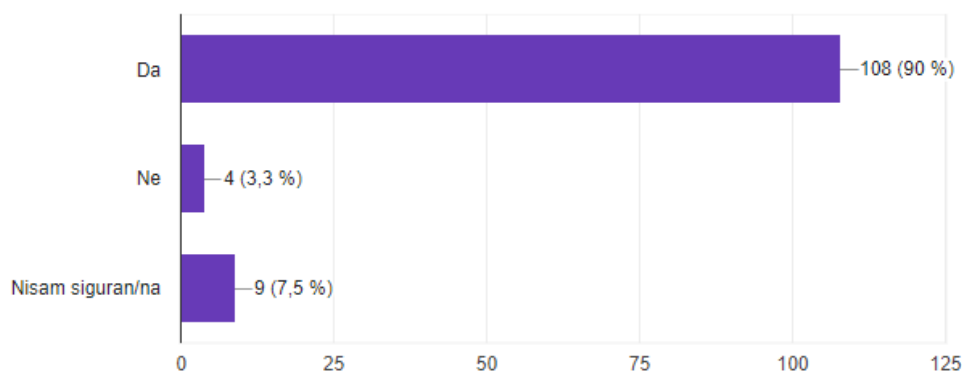
Grafikon 3. Ekološki problemi povezani s proizvodnjom baterija za EV



Izvor: Autor prema rezultatima istraživanja

Vrijemekoje baterije provedu u električnom vozilu često je samo početak njihovog ukupnog vijeka trajanja. Mnogi proizvođači istražuju kako ponovno iskoristiti baterije za električna vozila nakon što dosegnu kraj svog životnog vijeka. Čak 90% ispitanika smatra da je važno recikliranje baterija električnih automobila za smanjenje njihovog utjecaja na okoliš. S druge strane, 3,3% se ne slaže a 7,5% nije sigurno. Ispitanici koji su vrlo upoznati s ekološkim problemima proizvodnje baterija također smatraju recikliranje baterija vrlo važnom. Ova povezanost ukazuje na to da svijest o problemima povećava percepciju važnosti recikliranja.

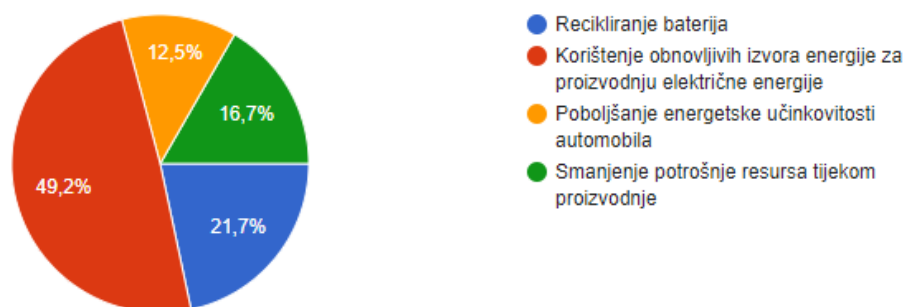
Grafikon 4. Važnost recikliranja baterija EV za smanjenje njihovog utjecaja na okoliš



Izvor: Autor prema rezultatima istraživanja

Na pitanje koje mjere smatrate najvažnijima za smanjenje ekološkog otiska električnih automobila 49,2% ispitanika je izabralo korištenje obnovljivih izvora energije za proizvodnju električne energije. 21,7% smatra recikliranje baterija najvažnijom mjerom za smanjenje ekološkog otiska, dok 16,7% odabire smanjenje potrošnje resursa tijekom proizvodnje, a 12,5% smatra da je potrebno poboljšanje energetske učinkovitosti automobila.

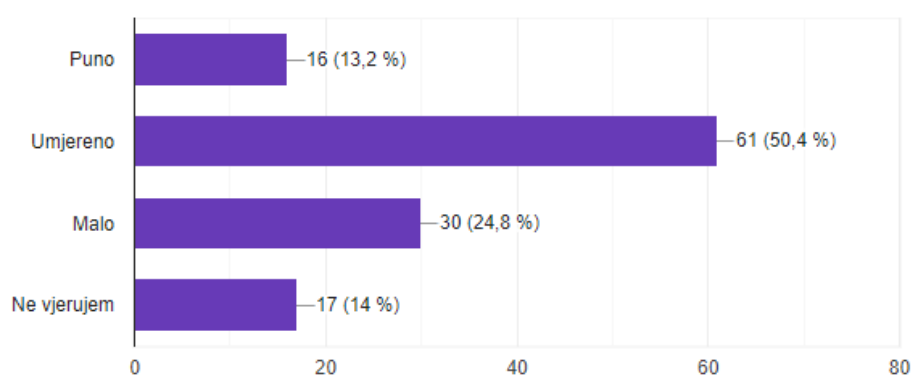
Grafikon 5. Mjere za smanjenje ekološkog otiska električnih automobila



Izvor: Autor prema rezultatima istraživanja

Električni automobili mogu značajno smanjiti trenutnu emisiju stakleničkih plinova, ali količina smanjenja ovisi o više faktora koji uključuju izvor električne energije, efikasnost vozila i način proizvodnje baterija. Više od polovice ispitanih, odnosno 50,8%, mišljenja su da je količina smanjenja stakleničkih plinova od strane električnih vozila umjerena dok 14% ne vjeruje da električna vozila imaju ikakav utjecaj na emisiju stakleničkih plinova. Da električna vozila uvelike smanjuju emisiju štetnih plinova smatra 13,2% ispitanika, a nasuprot tome što je zanimljivo, 24,8% misli da je smanjenje stakleničkih plinova minimalno.

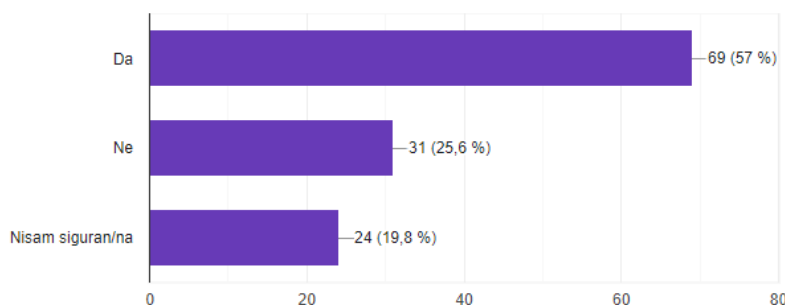
Grafikon 6. Smanjenje emisije stakleničkih plinova



Izvor: Autor prema rezultatima istraživanja

Više od polovice ispitanih, točnije 57% podržava subvencije i poticaje za kupnju električnih automobila kao način smanjenja zagađenja. S druge strane, 25,6% ne podržava takav način smanjenja zagađenja, a 19,8% nije sigurno.

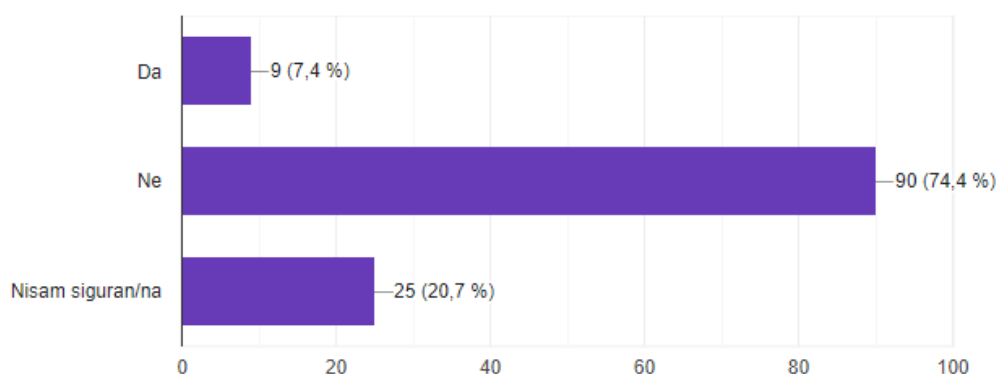
Grafikon 7. Podrška subvencija i poticaja za kupnju električnih automobila



Izvor: Autor prema rezultatima istraživanja

Oni koji podržavaju subvencije za kupovinu električnih automobila često smatraju da trenutna infrastruktura nije dovoljna, što sugerira da su ispitanici s pozitivnim stavom prema subvencijama svjesni potreba za dodatnim infrastrukturnim ulaganjima. Dakle 74,4% ispitanih smatra da trenutna infrastruktura, koja se odnosi na punionice, mrežu i sl., ne podržava rastući broj električnih automobila. 7,4% smatra da infrastruktura dovoljno pokriva rastući broj električnih automobila, a 20,7% nije sigurno.

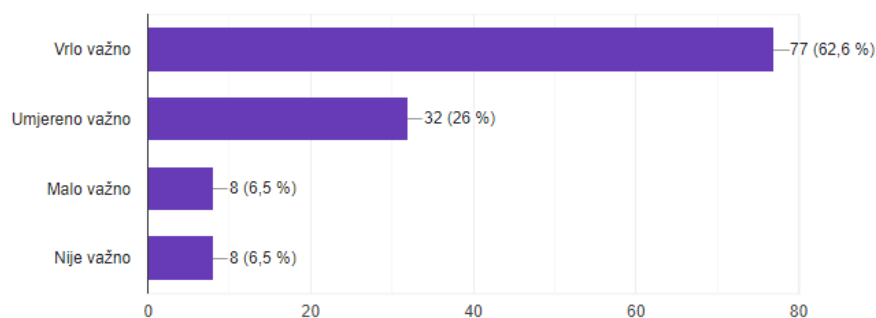
Grafikon 8. Stavovi prema dovoljnoj podršci infrastrukture rastućem broju EV



Izvor: Autor prema rezultatima istraživanja

Postoji korelacija između onih koji smatraju transparentnost proizvođača vrlo važnom i onih koji su vrlo upoznati s ekološkim problemima. To sugerira da svijest o problemima povećava zahtjev za transparentnošću pa je tako 62,6% ispitanih izjavilo da im je transparentnost izvještavanja proizvođača električnih vozila o svom ekološkom utjecaju vrlo važna, dok je 26% reklo da im je to umjereno važno. S druge strane podjednak broj ljudi, točnije 6,5%, se izjasnilo da im je to manje važno ili nije uopće važno.

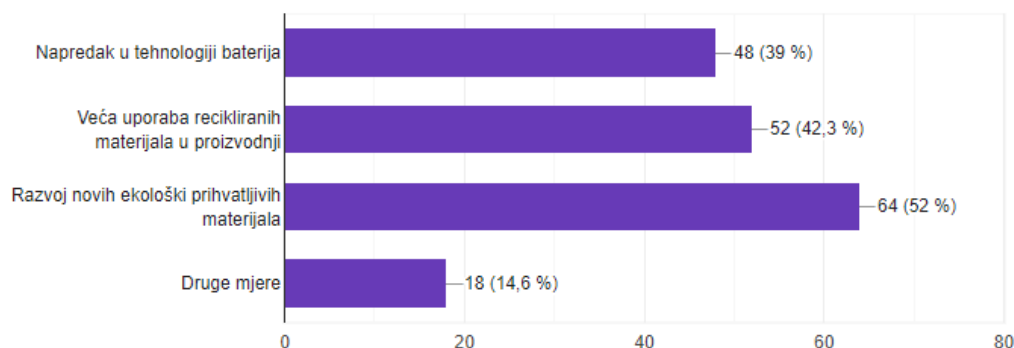
Grafikon 9. Transparentnost izvještavanja proizvođača EV o svom ekološkom utjecaju



Izvor: Autor prema rezultatima istraživanja

Trenutni materijali korišteni u proizvodnji baterija (poput litija, kobalta) imaju ekološki štetan utjecaj, uključujući rudarenje koje narušava okoliš i potrošnju velikih količina vode. Razvoj materijala koji su biorazgradivi, manje energetske intenzivni za proizvodnju ili potpuno sintetički materijali, mogao bi smanjiti ovaj utjecaj. S time se slaže i više od polovice ispitanih, točnije 52% koji su izabrali razvoj ovih ekološki prihvatljivijih materijala kao dodatnu mjeru ili tehnologiju koja bi mogla poboljšati ekološki utjecaj električnih automobila. Korištenje recikliranih materijala smanjuje potrebu za eksploatacijom novih resursa i smanjuje ukupne emisije povezane s proizvodnjom što je odabralo 42,3% ispitanih. Trenutne litij-ionske baterije imaju ograničen vijek trajanja i kapacitet, a njihova proizvodnja je energetske intenzivna. Baterije nove generacije, kao što su solid-state baterije, nude veću gustoću energije, sigurnost, brže punjenje i duži vijek trajanja. To bi smanjilo potrebu za čestim zamjenama baterija, a time i ukupan ekološki otisak. Tako je 39% ispitanih odabralo opciju napredak u tehnologiji baterija, a 14,6% bi odabralo druge mjere za poboljšanje ekološkog utjecaja električnih automobila.

Grafikon 10. Dodatne mjere za poboljšanje ekološkog utjecaja električnih automobila



Izvor: Autor prema rezultatima istraživanja

Kao zaključno razmatranje na rezultate provedenog empirijskog istraživanja, uočava se da ispitanici imaju visoku razinu svijesti o ekološkim pitanjima povezanim s električnim automobilima, posebno u vezi s proizvodnjom baterija i njihovim utjecajem na okoliš. Većina ispitanika prepoznaje važnost reciklaže baterija i razvoj novih, ekološki prihvatljivijih materijala. Anketni upitnik jasno pokazuje da postoji značajna podrška za električne automobile, ali uz naglasak na potrebu za sveobuhvatnim rješenjima koja uključuju održivu proizvodnju, učinkovitu infrastrukturu i transparentnost u ekološkom izvještavanju. Ispitanici

prepoznaju prednosti električnih automobila, ali također ističu važnost rješavanja postojećih izazova kako bi se osigurala dugoročna održivost i smanjenje ekološkog otiska ove industrije.

7. ZAKLJUČAK

Industrija električnih automobila predstavlja jedan od najznačajnijih tehnoloških pomaka u pokušaju smanjenja globalnog ekološkog otiska, posebno u sektoru transporta, koji je odgovoran za značajan dio svjetskih emisija stakleničkih plinova. Iako električni automobili nude značajne prednosti u odnosu na vozila s unutarnjim sagorijevanjem, njihov ukupni utjecaj na okoliš je složen i višeslojan, te zavisi od niza faktora koji obuhvaćaju proizvodnju, upotrebu i zbrinjavanje vozila i njihovih komponenti.

Električni automobili imaju potencijal da značajno smanje emisiju stakleničkih plinova, posebno ako se napajaju iz obnovljivih izvora energije. U urbanim sredinama, ova vozila mogu gotovo u potpunosti eliminirati lokalne emisije, smanjujući tako zagađenje zraka i povezane zdravstvene probleme. S obzirom na rastuću zabrinutost oko klimatskih promjena, električni automobili predstavljaju ključnu komponentu u globalnoj strategiji za dekarbonizaciju transporta. Međutim, ekološki utjecaj električnih automobila nije bez izazova. Proizvodnja baterija, koje su srce električnih vozila, zahtijeva velike količine energije i resursa, često povezanih s rudarenjem rijetkih metala poput litija, kobalta i nikla. Procesi rudarenja mogu imati razorne efekte na okoliš, uključujući zagađenje vode i tla, kao i degradaciju ekosustava. Nadalje, energetska potrošnja u proizvodnji baterija, često iz obnovljivih izvora, može privremeno povećati emisije stakleničkih plinova. Zbrinjavanje baterija na kraju njihovog životnog vijeka predstavlja još jedan značajan izazov. Bez adekvatne infrastrukture za reciklažu, istrošene baterije mogu postati opasan otpad, koji prijeti zagađenju okoliša teških metalima i kemikalijama. Razvijanje i implementacija učinkovitih sustava za reciklažu baterija ključno je za minimiziranje ovog utjecaja, smanjenje potrebe za rudarenjem novih resursa, i podršku održivosti industrije električnih automobila. Trenutna infrastruktura za punjenje električnih vozila još uvijek nije dovoljno razvijena da u potpunosti podrži masovno usvajanje električnih automobila. Razvoj pametnih mreža i integracija obnovljivih izvora energije u sustave za punjenje bit će od presudne važnosti za maksimiziranje ekoloških koristi električnih vozila. Efikasno upravljanje energijom i distribucijom, uz minimalne gubitke, može značajno poboljšati ukupnu ekološku bilancu električnih vozila. Tehnološki napredak, uključujući razvoj novih generacija baterija s većom gustoćom energije i manjim ekološkim otiskom, kao i korištenje ekološki prihvatljivih materijala, ključan je za budući održivi rast industrije električnih automobila. Inovacije u recikliranju i sekundarnom korištenju baterijskih materijala mogu dodatno smanjiti potrebu za izvornim resursima i smanjiti ukupni ekološki utjecaj.

Električni automobili predstavljaju značajan korak naprijed u globalnom nastojanju za smanjenje emisija stakleničkih plinova i postizanje održivije budućnosti. Iako još uvijek postoje izazovi koje treba riješiti, napredak u tehnologiji, reciklaži, i razvoju infrastrukture, uz podršku nadležnih tijela i potrošača, može pomoći u prelaženju ovih prepreka. Rezultati anketnog upitnika pokazuju da ispitanici prepoznaju ekološke prednosti električnih automobila, ali istovremeno ukazuju na potrebu za poboljšanjem infrastrukture i transparentnijim praksama proizvođača. Također, postoji široka podrška za razvoj i implementaciju održivih tehnologija kako bi se dodatno smanjio negativan utjecaj na okoliš. Dugoročno gledano, električni automobili imaju potencijal da postanu središnji element u globalnoj tranziciji ka zelenijem planetu.

8. POPIS LITERATURE

Knjige:

1. Golubović, J. (1999): Prometiokoliš. Zagreb: Fakultetprometnihznanosti
2. Hsu, T.R. (2013): On the Sustainability of Electric Vehicels. California: San Jose State University

Članci u časopisima:

1. Buekers, J., van Holderbeke, M., Bierkens, J. i Panis, L.I. (2014): Health and environmental benefits related to electric vehicle introduction in EU countries. Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol. 33., str. 26-38
2. Engel, H., Hensley, R., Knupfer, S., Sahdev, S. (2018). Charging ahead: Electricvehicle infrastructure demand, str. 19
3. Porter, M.E. i Van der Linde, C. (1995): Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. Journal of Economic Perspectives. Vol. 12., str. 97-118

Članci u zbornicima radova:

1. Murgovski N. (2012): Optimal Powertrain Dimensioning and Potential Assessment of Hybrid Electric Vehicles. Sweden: Chalmers University of Technology. str. 2

Elektronički izvori:

1. Andriiuk, A. (2023): Key Technology Trends in the Automotive Industry in 2024: Electric Cars <https://www.epicflow.com/blog/5-latest-trends-in-the-automotive-industry/> (23.7.2024.)
2. Autoklub.hr (2024): Ogroman pad prodaje električnih automobila u Njemačkoj, rast prodaje benzinaca i dizelaša <https://www.jutarnji.hr/autoklub/aktualno/ogroman-pad-prodaje-elektricnih-automobila-u-njemackoj-rast-prodaje-benzinaca-i-dizelasa-15469204> (23.7.2024.)
3. Daly, M. (2024): Many Americans are still shying away from EV's despite Biden's push, an AP-NORC/EPIC poll finds <https://apnews.com/article/electric-vehicles-biden-charging-stations-poll-e0ba37aa081c0d3f1d824b07364d0bdb> (23.7.2024.)

4. Department of Energy (2014): The History of the Electric Car, <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car> (14.7.2024.)
5. EDF (2024): All about electric car batteries: How do electric car batteries work? <https://www.edfenergy.com/electric-cars/batteries> (23.7.2024.)
6. EVBOX, (2023): History of the electric car, <https://blog.evbox.com/electric-cars-history> (14.7.2024.)
7. IEA50, (2024): Electric Vehicles: Electric car sales break new records with momentum expected to continue through 2024 <https://www.iea.org/energy-system/transport/electric-vehicles> (23.7.2024.)
8. Journal of Cleaner Production (2016): Alternative Fuel <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/alternative-fuel> (23.7.2024.)
9. Milanović, Z. (2019): Električniautomobili – Jesu li stvarnoprijateljski za okoliš? <https://www.tehnoeko.com.hr/2759/elektricni-automobili-jesu-li-stvarno-prijateljski-za-okolis> (23.7.2024.)
10. NissanUSA, (2024): How Do Electric Cars Work?: Key Components of an Electric Car <https://www.nissanusa.com/experience-nissan/news-and-events/how-do-electric-cars-work.html> (14.7.2024.)
11. SEAI (2024): How electric vehicles work <https://www.seai.ie/technologies/electric-vehicles/what-is-an-electric-vehicle/how-electric-vehicles-work/> (14.7.2024.)
12. SpringerOpen (2012): Electric cars: technical characteristics and environmental impacts <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/2190-4715-24-14> (14.7.2024.)
13. Testbook (2023): Electric Cars: Working, Features, Advantages & Disadvantages <https://testbook.com/physics/electric-car> (14.7.2024.)
14. Threewitt, C. (2024): 10 Vehicles That Are Almost Self-Driving in 2024: These Cars Are Closer To Self Driving Than Most: <https://cars.usnews.com/cars-trucks/advice/cars-that-are-almost-self-driving> (23.7.2024.)
15. Umicore (2024): The total footprint of an e-car is smaller than an internal combustion engine vehicle today and will get even better <https://rbm.umicore.com/en/newsroom/debunking-myths-about-batteries-electro-mobility/electro-mobility-myth-1/> (23.7.2024.)
16. US Department of Energy (2024): Batteries for Electric Vehicles: Types of Energy Storage Systems <https://afdc.energy.gov/vehicles/electric-batteries> (23.7.2024.)

17. Wilson, K. A. (2023): Worth The Watt: A Brief History of the Electric Car, 1830 to present, <https://www.caranddriver.com/features/g43480930/history-of-electric-cars/> (14.7.2024.)

9. POPIS ILUSTRACIJA

Slike:

1. Slika 1. Prvi električni automobil u SAD-u iz 19. st.
2. Slika 2. Komponente električnog automobila
3. Slika 3. Baterija električnog automobila Bmw-a i3
4. Slika 4. Teslina globalna isporuka električnih vozila

Grafikoni:

1. Grafikon 1. Upoznatost ispitanika s konceptom električnih automobila
2. Grafikon 2. EV imaju pozitivniji utjecaj na okoliš od vozila na fosilna goriva
3. Grafikon 3. Ekološki problemi povezani s proizvodnjom baterija za EV
4. Grafikon 4. Važnost recikliranja baterija EV za smanjenje njihovog utjecaja na okoliš
5. Grafikon 5. Mjere za smanjenje ekološkog otiska električnih automobila
6. Grafikon 6. Smanjenje emisije stakleničkih plinova
7. Grafikon 7. Podrška subvencija i poticaja za kupnju električnih automobila
8. Grafikon 8. Stavovi prema dovoljnoj podršci infrastrukture rastućem broju EV
9. Grafikon 9. Transparentnost izvještavanja proizvođača EV o svom ekološkom utjecaju
10. Grafikon 10. Dodatne mjere za poboljšanje ekološkog utjecaja električnih automobila

OBRAZAC 5**IZJAVA O AUTORSTVU**

Ja, DINO FILKOVIĆ

izjavljujem da sam autor/ica završnog/diplomskog rada pod nazivom

UTJECAJ INDUSTRIJE ELEKTRIČNIM AVTOBILIMA
NA OKOLIŠ

Svojim vlastoručnim potpisom jamčim sljedeće:

- da je predani završni/diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija,
- da su radovi i mišljenja drugih autora/ica, koje sam u svom radu koristio/la, jasno navedeni i označeni u tekstu te u popisu literature,
- da sam u radu poštivao/la pravila znanstvenog i akademskog rada.

Potpis studenta/ice

Filković

OBRAZAC 6**ODOBRENJE ZA OBJAVLJIVANJE ZAVRŠNOG/DIPLOMSKOG RADA U DIGITALNOM REPOZITORIJU**Ja, DINO FILKOVIĆ

dajem odobrenje za objavljivanje mog autorskog završnog/diplomskog rada u nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju Veleučilišta u Virovitici u roku od 30 dana od dana obrane.

Potvrđujem da je za pohranu dostavljena završna verzija obranjenog završnog/diplomskog rada.

Ovom izjavom, kao autor navedenog rada dajem odobrenje i da se moj rad, bez naknade, trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim na sljedeći način (zaokružiti):

- a) Rad u otvorenom pristupu
- b) Rad dostupan nakon: 09.09.2024. (upisati datum)
- c) Pristup svim korisnicima iz sustava znanosti i visokog obrazovanja RH
- d) Pristup korisnicima matične ustanove
- e) Rad nije dostupan (u slučaju potrebe dodatnog ograničavanja pristupa Vašem završnom/diplomskom radu, podnosi se pisani obrazloženi zahtjev).

U slučaju dostupnosti rada prethodno označeno od a) do d), ovom izjavom dajem pravo iskorištavanja mog ocjenskog rada kao autorskog djela pod uvjetima Creative Commons licencije (zaokružiti):

- 1) CC BY (Imenovanje)
- 2) CC BY-SA (Imenovanje – Dijeli pod istim uvjetima)
- 3) CC BY-ND (Imenovanje – Bez prerada)
- 4) CC BY-NC (Imenovanje – Nekomercijalno)
- 5) CC BY-NC-SA (Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima)
- 6) CC BY-NC-ND (Imenovanje – Nekomercijalno – Bez prerada)

Ovime potvrđujem da mi je prilikom potpisivanja ove izjave pravni tekst licencija bio dostupan te da sam upoznat s uvjetima pod kojim dajem pravo iskorištavanja navedenog djela.

Potpis studenta/ice