

PERSPEKTIVE RAZVOJA ELEKTRIČNIH VOZILA I INFRASTRUKTURE ZA PUNJENJE/PERSPECTIVES ON THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC VEHICLES AND CHARGING INFRASTRUCTURE

Riad Insanić¹ Emir Karahmet²

¹Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku, Aleja Konzula- Meljanac bb, Travnik, BiH
e- mail: karahmet31@gmail.com, riadinsanic6@gmail.com

UDK / UDC 629.333.3:621.43:620.92

Pregledni članak

Sažetak

Električna vozila su tokom svoje historije brzo nakon svoje komercijalizacije brzo pala u zaborav jer su ih sa tržišta "maknula" klasična vozila sa unutrašnjim sagorijevanjem. A glavni razlog tome je bio mali kapacitet baterija i loša infrastruktura punjača za iste. Upravo razvoj baterija je uz ekološku svijest ponovno potaknuo razvoj tehnologije električnih vozila sa kojima bi se u budućnosti zamijenila klasična vozila. Danas imamo 3 vrste električnih vozila, a razlika im je u udjelu korištenja električne energije za pogon. Povećanjem baterije omogućujemo veći domet vozila, ali time dižemo cijenu i težinu samom vozilu te i vrijeme da se ista baterija napuni. Tako nešto može uzrokovati probleme u elektroenergetskim sistemima. Kako bi se izbjegla veća vršna opterećenja elektroenergetskih sistema smišljaju se različite strategije kontrolisanog punjenja. Time bi se zadovoljila potreba punjenja vozila i ne bi došlo do opterećavanja elektroenergetskog sistema. Tokom pandemije covid-19 automobilska industrija je pogođena kao i tražište automobila pa je tako ukupna prodaja automobila pala u odnosu na isto vrijeme prošle godine no kod električnih automobila prodaja je bila primjetno veća.

Ključne riječi: električna vozila, baterija, elektroenergetski sistem, kontrolisano punjenje

Abstract

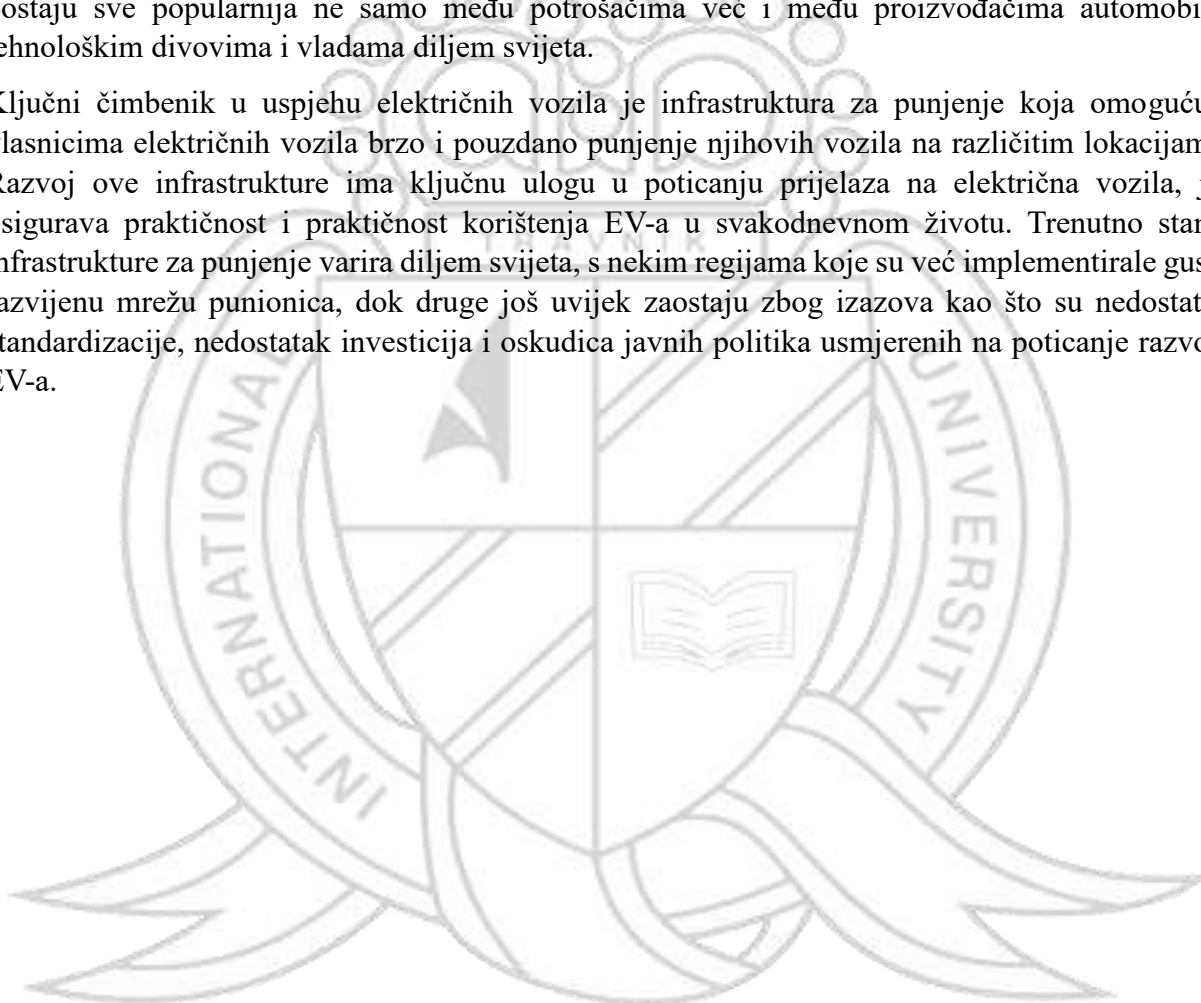
During their history, electric vehicles quickly fell into oblivion after their commercialization because they were "removed" from the market by classic vehicles with internal combustion. And the main reason for that was the low capacity of the batteries and the poor infrastructure of chargers for them. It was the development of batteries that, along with environmental awareness, reinvigorated the development of electric vehicle technology, with which classic vehicles would be replaced in the future. Today we have 3 types of electric vehicles, and the difference is in the proportion of electricity used for propulsion. By increasing the battery, we enable a greater range of the vehicle, but this increases the price and weight of the vehicle itself, as well as the time it takes to charge the same battery. Such a thing can cause problems in power systems. In order to avoid higher peak loads of power systems, different strategies of controlled charging are devised. This would satisfy the need for vehicle charging and would not burden the power system. During the covid-19 pandemic, the automotive industry was affected as was the demand for cars, so total car sales fell compared to the same time last year, but sales of electric cars were noticeably higher.

Key word: energy electric vehicles, batteries, power system, controlled charging

UVOD

U posljednjem desetljeću svjedočimo sve većem interesu i potražnji za električnim vozilima (EV) kao alternativom konvencionalnim vozilima s unutrašnjim izgaranjem. Ova promjena u paradigmi mobilnosti odražava sve veću svijest o potrebi za održivijim, ekološki prihvatljivijim načinom prevoza koji bi smanjio emisije stakleničkih plinova i negativan utjecaj na okoliš. Električna vozila, pogonjena električnom energijom pohranjenom u baterijama ili generiranom putem vodika, postaju sve popularnija ne samo među potrošačima već i među proizvođačima automobila, tehnološkim divovima i vladama diljem svijeta.

Ključni čimbenik u uspjehu električnih vozila je infrastruktura za punjenje koja omogućuje vlasnicima električnih vozila brzo i pouzdano punjenje njihovih vozila na različitim lokacijama. Razvoj ove infrastrukture ima ključnu ulogu u poticanju prijelaza na električna vozila, jer osigurava praktičnost i praktičnost korištenja EV-a u svakodnevnom životu. Trenutno stanje infrastrukture za punjenje varira diljem svijeta, s nekim regijama koje su već implementirale gusto razvijenu mrežu punionica, dok druge još uvijek zaostaju zbog izazova kao što su nedostatak standardizacije, nedostatak investicija i oskudica javnih politika usmjerenih na poticanje razvoja EV-a.



2. Tehničko tehnološke osobine privatnih e-vozila

Električna vozila se u usporedbi sa konvencionalnim vozilima razlikuju u mnogim elementima dok se najveća razlika očituje u pogonskom izvoru. Konvencionalna vozila koriste motor s unutrašnjim izgaranjem, dok električna vozila kao primarni ili sekundarni pogonski izvor koriste elektromotor.

Postoje tri osnovne vrste vozila koje imaju električni pogon:

- hibridna električna vozila
- plug-in hibridna električna vozila
- električna vozila sa akumulatorom

Hibridna vozila su vozila koje za pogon koriste dva ili više izvora energije. U usporedbi sa konvencionalnim vozilima, hibridna vozila su ekonomičnija i imaju manju emisiju štetnih plinova koji onečišćuju okoliš. Plug-in hibridna električna vozila (eng. Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV) je potpuno hibridno vozilo opremljeno akumulatorom koji ima mogućnost punjenja preko električnog utikača kako bi se nadopunio akumulator te kako bi se time smanjila upotreba motora s unutarnjim izgaranjem. Električna vozila s akumulatorom (eng. Battery Electric Vehicle, BEV) koriste elektromotore i regulatore motora za pogon. Električna energija služi za pokretanje vozila i jedini je pogonski izvor električnih vozila.

Hibridna električna vozila su vozila pokretana kombinacijom dva ili više izvora energije, umjesto jednog kao kod konvencionalnih automobila. Najčešća je kombinacija benzinskog ili dizelskog motora s elektromotorom kapaciteta baterija oko 10 kWh.

Uvjeti vožnje određuju koji pogon preuzima vodeću ulogu. Princip rada hibridnog pogona je da se u rad što učestalije uključuje elektromotor radi manje potrošnje goriva i što veće vučne snage. Dodatni izvor snage koji može funkcionirati kao glavni pogon, kao dodatna potisna sila ili zajednička snaga automobila uz potrošnju goriva koja je i do dva puta manja u odnosu na konvencionalne automobile.

Pri manjim brzinama vožnje, hibridi mogu raditi isključivo na baterijskom paketu i električnom motoru. S druge strane, funkcija regenerativnog kočenja omogućuje punjenje akumulatora hibridnog vozila pomoću energije koja se dobiva dok se vozila zaustavlja dok start-stop sistemi isključuju motor pri zaustavljanju i time smanjuju potrošnju električne energije u praznom hodu.

2.1 Izvedbe hibridnog pogonskog sistema

Hibridni pogonski sistemi se mogu podijeliti, s obzirom na vezu mehaničkog i električnog dijela u tri skupine:

- serijski
- paralelni
- serijsko paralelni hibridni

Kod serijskog hibrida struja od generatora do kotača protječe serijski i kotače pokreće isključivo elektromotor, zbog čega su performanse vozila ograničene snagom motora. Benzinski motor služi isključivo za pogon generatora, koji dovodi energiju pogonskim elektromotorima i akumulatorima. Generator je napravljen kao elektromotor, pa se u sustavu nalaze dva elektromotora od kojih jedan puni baterije, a drugi pokreće kotače. Vozilo se vremenski kratko može kretati i sa ugašenim benzinskim motorom, te je stoga ekološki prihvatljiv.

Paralelni hibrid ima dvostruki pogon gdje točkove u isto vrijeme pokreću i benzinski motor i elektromotor. Preuzimanje vodeće uloge pogona određuju uvjeti vožnje. Benzinski motor i pogonski elektromotor prenose okretni moment na kotače istovremeno, pri čemu elektromotor pomaže benzinskom motoru pri pogonu vozila. Karakteristična su velika ubrzanja kod ovakvih vozila, no potrošnja goriva nije uvijek ekonomična. Vožnja isključivo sa elektromotorom nije moguća, benzinski motor nije moguće ugasi zbog mehaničke povezanosti. Osim toga, baterija se puni prespajanjem elektromotora u funkciju generatora. Osnovni problem je u tome što paralelni hibrid ne može puniti baterije (osim na nizbrdici), dok iz njih istodobno troši struju za pokretanje elektromotora i kotača i obrnuto.

Serijsko–paralelni hibrid je kombinacija dvaju sustava (THS sustav). Benzinski motor i elektromotor sinkronizirano pokreću kotače, a generator obavlja punjenje baterija, te se po potrebi spaja na pogon jednog ili drugog motora. Ovisno o uvjetima vožnje, vozilo se kreće s jednim ili oba pogonska sklopa, pri čemu se baterije stalno dopunjuju. U jednim uvjetima rada dominira benzinski motor, a u drugim elektromotor. Benzinski motor, 6 elektromotor i generator su mehanički povezani uz pomoć planetarnog reduktora i njima upravlja inteligentni računalni sustav. Sustav tako uvijek osigurava odlične performanse, a da pri tome čuva energiju.

3. Plug-in hibridna vozila

Plug-in hibridno vozilo sastoji se od kombinacije motora s unutarnjim sagorijevanjem i električnog motora s baterijama koje ima snagu oko 18 kWh i ima mogućnost spajanja na gradsku mrežu pomoću utičnice kako bi se napunile baterije te se na taj način može potpuno izbjeći upotreba motora s unutarnjim izgaranjem. Plug-in hibrid može biti izveden i sa serijskim i s paralelnim pogonskim sistemom. Jedna od prednosti plug-in hibridnih automobila je ta kada se baterije isprazne, cijeli pogonski sistem prelazi na motor s unutarnjim sagorijevanjem.

Autonomija kretanja PHEV ovisi o modelu vozila, stilu vožnje, topografiji i uvjetima na cesti. PHEV se može puniti kod kuće uz pomoć zidne kutije instalirane na prilazima ili u garažama dok je druga opcija punjenje na javnim stanicama. Osim toga, vrijeme punjenja ovisi o izvoru i jakosti energije. Precizna vremena punjenja prikazana su u tehničkim specifikacijama PHEV.

Serijski PHEV naziva se i električno vozilo s prodženim dometom. Električna vozila s produženim dometom koriste motor s unutarnjim izgaranjem za punjenje baterija. Za razliku od hibridnih i plug-in hibridnih automobila, kod EREV-a elektromotor uvijek pokreće točkove na vozilu. EREV koristi struju kao primarni izvor, a benzin kao sekundarni pogonski izvor kojim se generira struja.

Zavisno o vremenskim prilikama, uključenim električnim uređajima te načinom vožnje, EREV može prijeći 65 kilometara na struju pohranjenoj u bateriji – bez korištenja benzina i bez emisije štetnih plinova. Nakon toga, vozilo se automatski prebacuje na benzinski generator koji nastavlja proizvoditi struju i produžuje domet. Primjer EREV je Chervolet Volt koji ima električni motor 8 snage 150KS i maksimalne brzine 160 km/h, te sa punim spremnikom goriva može doseći i do 482 km. Električna vozila s produženim dometom su većinom kombinirana sa manjim benzinskim generatorima koji omogućuju punjenje baterije.

4. Električna vozila sa akumulatorom

Električna vozila s akumulatorom (eng. Battery Electric Vehicles, BEV) pokreće električni motor kojem je izvor energije isključivo akumulator, što je ujedno i osnovna razlika u odnosu na PHEV. Kapacitet akumulatora ovisi o klasi vozila, a može biti čak i 110 kWh. Akumulatori mogu obnavljati koristeći energiju iz izvora koji je izvan vozila kao što je vlastita ili javna električna punionica.

Zbog sve veće ekološke osviještenosti i zbog ogromnog napretka u učinkovitosti baterija, mnoge su prednosti električnih automobila u odnosu na konvencionalne:

- nema emisije stakleničkih plinova
- manja ovisnos o fosilnim gorivima
- veća učinkovitos motora
- manja razina buke

Dijelovi koji čine električni automobil su: električni motor, električne pogonske baterije, upravljač motora, analogno-digitalni pretvarač signala papučice gasa, sklopnik, osigurač ili prekidač, istosmjerni pretvarač napona za pogon uobičajeno ugrađenih trošila vozila na naponskoj razini 12V, mjerni instrumenti za upravljanje vozila, (pokazivač preostalog kapaciteta baterija, napon, struja, snaga, brzina) i punjač baterija. Baterija određuje ukupne karakteristike električnog vozila, definira njegovu cijenu, autonomiju (doseg) i njegovu raspoloživost, a dva su čimbenika koji određuju performanse baterije su energija (prijeđena udaljenost) i snaga (ubrzanje).

Osim toga, omjer snage i energije pokazuje koliko je snage po jedinici energije potrebno za određenu primjenu. Električni motor je najvažniji dio svakog električnog automobila. Osnovne vrste elektromotora prema izvoru napajanja su istosmjerni motori (DC), izmjenični motori (AC) i koračni elektromotori. Prednosti asinhronih (AC) elektromotora u odnosu na istosmjerne su: manja masa i dimenzije, manji moment inercije, manja cijena, veća brzina vrtnje i jednostavnije održavanje dok se prednost istosmjernih elektromotora u odnosu na asinhronu očituje u lakšem upravljanju. Jedna od najvećih prednosti elektromotora je ta što daje bolje ubrzanje u usporedbi s benzinskim motorom (ima linearno ubrzanje), a indukcijski motor 9 (AC asinhroni motor) je najčešći model elektromotora koji se ugrađuje u električne automobile zbog jednostavnog dizajna i niskih troškova proizvodnje. Kočioni sistem električnih vozila konstruiran je tako da se prilikom usporavanja oslobođena energija deceleracije pohranjuje u bateriju (tzv. regenerativno kočenje).

Ova osobinat električnih vozila ističe se osobito u gradskim sredinama gdje je ovakav način vožnje najčešći. U usporedbi s konvencionalnim motorima, motori električnih automobila imaju samo nekoliko pokretnih dijelova te su troškovi održavanja minimalni. Kod vožnje električnih vozila, smanjen je vozački umor zbog automatskog mjenjača, manje vibracija te ujednačenijeg i većeg ubrzanja te izostanak buke motora.

5. Izbor baterija kod hibridnih i električnih vozila

Baterije koje se ugrađuju u električna vozila su u različitim oblicima i veličinama, ali najčešći oblici su prizmatični ili cilindrični. Baterijska ćelija skupina je elektroda u jednom spremniku koja pokazuje osnovni napon baterije. Obično joj napon iznosi od 1 do 4 volti. Paket baterija električnog vozila sastoji se od niza baterijski modula u jednom spremniku koji su spojeni serijski ili paralelno.

Baterijski paketi sadrže elektroniku i sustav protiv pregrijavanja koji su potrebni za normalni rad baterije. U prosjeku električna vozila sadrže 10-40 baterijskih modula i uobičajeno rade na rasponu od 100 do 350V. U kućištu baterije za električna i hibridna vozila se nalazi više baterijskih ćelija te nekoliko elektroničkih elemenata. Razlika između baterije i ćelije je ta što ćelija predstavlja osnovnu baterijsku jedinicu i odlikuje se svojim naponom i kapacitetom, a spajanjem ćelija u seriju dobivamo bateriju čiji je napon jednak zbroju napona pojedinih ćelija.

Ukupni kapacitet ostaje nepromijenjen i jednak je kapacitetu jedne ćelije. Spajanjem ćelija u paralelni spoj povećava se ukupni kapacitet uz zadržavanje napona. Najrasprostranjenije i s najvećom primjenom imaju Litij-Ionske baterije i Nikal-Metal hidridne baterije.

5.1 Litij-Ionske baterije

Litij-Ionske baterije kao osnovnu aktivnu tvar koriste litij. U usporedbi s drugim uobičajenim baterijama, litij-ionsku bateriju karakterizira velika gustoća energije i snage, duži životni vijek i prihvatljivija je za okoliš. Nedostaci se očituju kod sigurnosti, trajnosti, ujednačenosti rada i cijene baterija. Litij-ionske baterije moraju raditi u ograničeno temperaturom i naponom, a sa prekoračenjem tih ograničenja dolazi do brzog slabljenja učinkovitosti baterije, pa čak i do ugrožavanja sigurnosti. Ova vrsta baterije odlikuje se vrlo malom masom, a velikom gustoćom energije.

5.2 Nikal-Metal hibridna baterija

Nikal metal hidridne baterije pružaju dobru snagu i energiju za hibridne aplikacije. Od 80% vremena punjenja je 15 minuta i može održati više od 2000 ciklusa punjenja i pražnjenja, ali troškovi sirovina još uvijek imaju visoke cijene. Prednost u odnosu na baterije sa olovom i kiselinom se očituje da će osigurati svoje mjesto kao niži trošak dodatnog sustava kontrole od onih sa natrijem i sumporom. Nikal-metal baterija je u svojim specifikacijama jedna od najboljih za primjenu u vozilima, gdje s posebnim energijama razvija veće snage i za 20-ak % u odnosu na druge.

6. Infrastruktura za e-vozila

BEV i PHEV pune svoje elektromotore električnom energijom na stanici za punjenje, tzv. Punionici gdje se izmjenična struja na naponu javne elektroenergetske mreže pretvara u istosmjernu struju za punjenje baterija na naponu koji odgovara bateriji. Tim procesom upravlja sustav za nadzor baterije.

Električni automobili se trebaju puniti češće u odnosu na konvencionalne automobile, no prednost je što se mogu se puniti svugdje gdje postoji električna utičnica. Brzina punjenja električnog automobila ovisi o snazi punjača. Standardno punjenje kod kuće najčešće se koristi tijekom noćnih sati kada je cijena električne energije niža i traje između 6 i 9 sati. To je ujedno i način punjenja koji najmanje šteti baterijama.

Ubrzano punjenje traje između 1 i 3 sata, najčešće u trgovačkim centrima i punionicama unutar središta grada, a brzo punjenje traje manje od pola sata na punionicama uz autocestu. Ubrzano i brzo punjenje koristi se u situacijama kada preostali kapacitet baterija nije dovoljan da se vratimo kući ili stignemo na odredište. To je oblik punjenja koji se koristi povremeno jer ima negativan utjecaj na baterije, a prilikom brzog punjenja, veća je i struja kojom punimo baterije koja dovodi do zagrijavanja i smanjenja životnog vijeka baterija.

7. Stanica za napajanje električnih vozila

Punionica za električna vozila dostavlja električnu energiju od električnog izvora do akumulatora vozila te uspostavlja komunikaciju s vozilom kako bi osigurala odgovarajući i siguran protok električne energije. Tri su tipa punjača i njima odgovarajućih utičnica:

Tip 1 podržava jednofaznu električnu mrežu napona 100-120V/240 V i prilagođen američkom i japanskom tržištu.

Tip 2 podržava jednofaznu i trofaznu izmjeničnu struju i prevladava na europskom i kineskom tržištu. Podržava priključak na mrežu s jednom fazom pri naponu od 240V i tri faze pri naponu 400 V. Osim toga, osam proizvođača vozila Audi, BMW, Chrysler, Daimler, Ford, GM, Porsche i VW napravili su zajednički jedinstveni punjač i utičnicu koji omogućava punjenje izmjeničnom (AC) i istosmjernom (DC) strujom nazvan je Combined Charging System . Utičnica kombinira tip 1 i tip 2 za punjenje AC strujom, no sadrži još dodatna dva pina koja opskrbljuju vozilo većom snagom te omogućava brže punjenje.

8. Načini punjenja električnih vozila

Načini punjenja električnih vozila i vanjska oprema punionica određeni su normam HRN EN 61 851. Postoje četiri načina punjenja, o čemu ovisi vanjska oprema za punjenje, a time i brzina punjenja. Prvi način podrazumijeva punjenje na šuko utičnici, pri čemu se sustav za nadzor baterije (eng. BMS, battery management system) i punjač nalaze u vozilu te nema komunikacije vozila i utičnice na punionici.

U drugom načinu koji je sličan prvome, dodatno se koristi upravljački uređaj u napojnom kabelu (eng. ICCB, In Cable Control Box). Taj kabel je dio opreme vozila, pri čemu ICCB nema komunikaciju s utičnicom punionice, a punjač se nalazi u vozilu.

Treći način podrazumijeva punjenje izmjeničnom strujom preko utičnice tipa 2 na punionici, uz specijalni kabel do vozila. Pri tome postoji komunikacija punionice i vozila, a punjač se nalazi u vozilu.

Četvrti način podrazumijeva punjenje istosmjernom strujom, pri čemu postoji 18 komunikacija vozila i punionice, u kojoj se nalazi punjač. Punjenje je brzo jer se odvija uz veću snagu.

8.1 Infrastruktura u Europi i svijetu

Trenutna infrastruktura u svijetu ne može pratiti električna vozila jer je u svijetu na cestama pet miliona električnih automobila, a pritom je 600.000 mjesta za punjenje. To i ne bi bilo loša činjenica da su ta mjesta bolje raspoređena, ali nerijetko je velik razmak između njih. Indirektno se stvara pitanje vozača da li će stići do sljedećeg punjača prije nego što se isprazni baterija u automobilu. U Europi je trenutačno postavljeno oko 100.000 punionica, a do 2030. trebat će ih do tri milijuna.

Električni automobili suočavaju se s velikim problemom nedostatka punionica izvan gradova, preciznije na autocestama i s činjenicom da samo šest posto javnih punionica spada u skupinu brzih punionica gdje se baterije mogu napuniti za pola sata. Procjene američke banke Morgan Stanley govore da će do 2030. u zapadnoj Europi trebati između milion i tri miliona punionica. Od velikih elektroenergetskih kompanija su već prisutni francuski Engie i njemački E.ON. U Francuskoj je najrasprostranjeniji EV-Box, vodeći nizozemski proizvođač punionica. U sljedećih nekoliko godina, navedene velike kompanije očekuju stotine milijuna eura prihoda od usluge punjenja električnih vozila. Naftne kompanije poput Shella, BP-a i Totala najavili su pilot-projekte gradnje punionica, no naveli su da trenutno nema ekonomske isplativosti u opremanju benzinskih crpki opremom za punjenje BEV ili PHEV.

ZAKLJUČAK

Osobna električna vozila bilježe sve veći rast prodaje iz godine u godinu. Pozitivan trend prodaje novih osobnih električnih vozila povezuje se sa sve većom ekološkom osviještenosti, a s druge strane prikazuje da bi prodaja osobnih električnih vozila u bliskoj budućnosti mogla biti i veća u odnosu na konvencionalna vozila. Pretpostavka je da će kroz stalan razvoj elektromotora i baterija, prednosti električnih vozila nadvladati trenutne nedostatke koji se očituju u nedovoljnoj autonomiji kretanja vozila, visokim cijenama novih vozila i ostalih.

U svijetu je na cestama pet milijuna električnih automobila, a pritom je 600.000 mjesta za punjenje u kojima se problem nalazi u lošoj raspoređenosti, odnosno velik je razmak između njih. U Europi trenutačno oko 100.000 punionica, a do 2030. trebat će ih do tri milijuna zbog rapidnog rasta prodaje osobnih električnih vozila. Povećana prihvaćenost električnih vozila će uvelike pridonijeti ispunjenju cilja EU-a da do 2050. smanji emisije stakleničkih plinova za 80–95 % i da se okrene budućnosti s niskom razinom ugljika. Ovisnost isključivo o električnoj energiji znači da će ukupna količina električne energije koju troše električni automobili u Europi uvelike povećati do 2050. godine.

Zaključno gledano, električni automobili zahtijevaju manje održavanja, što na kraju znači veću uštedu. Porezne olakšice, odnosno sufinanciranje pri kupnji novih osobnih električnih automobila doprinosi razvoju čistijeg i energetske učinkovitijeg sistema.

LITERATURA

1. <https://zir.nsk.hr/en/islandora/object/fsb%3A9306/datastream/PDF/view>
2. <http://m.ba.techrich-fuse.com/news/electric-vehicle-development-prospects-35810888.html>
3. <https://ba.bloombergadria.com/bloomberg-adria-tv/bloomberg-adria-tv/55707/bih-na-putu-elektromobilnosti/news/>
4. Cvetek, D. Simulacija komunikacije stanice za punjenje s električnim vozilom (diplomski rad). Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. 2018.
5. Škoda, D. Analiza isplativosti upotrebe električnog automobila (diplomski rad). Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek. 2017

