

KONCEPTUALNE PRIPREME DISTRIBUTIVNE MREŽE ZA MASOVNIJU INTEGRACIJU ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA I DISTRIBUIRANIH OIE

CONCEPTUAL PREPARATIONS OF THE DISTRIBUTION NETWORK FOR MASSIVE INTEGRATION OF ELECTRIC VEHICLES AND DISTRIBUTED RES

Saša ĐEKIĆ, Elektroprivreda Republike Srpske ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj, RS/BiH

KRATAK SADRŽAJ

Ako se integrišu i dopunjuju na pametan način, električni automobili mogu značajno smanjiti ispuštanje CO₂, čađi i ostalih zagađenja u atmosferu, te doprinjeti primjeni i korištenju obnovljivih izvora energije u proizvodnji električne energije i distribuiranju iste putem elektrodistributivne mreže. Možemo smatrati da će masovnija primjena električnih automobila i pritisak na smanjenje zagađenja životne sredine omogućiti ubranu integraciju obnovljivih izvora energije i pružiti dodatne usluge povezane s mrežom. Direktiva EU 2014/94 o alternativnim gorivima za održivu mobilnost obavezuje države članice da razviju nacionalne politike u ovom polju i pruže neki oblik podrške vlasnicima električnih automobila, podstičući više električnih automobila i stvarajući puno posla nadležnima za osiguranje odgovarajuće infrastrukture. Polazne tačke predmetnog rada jesu trenutni nizak nivo elektromobilnosti, nedostatak državnih subvencija za električne automobile u regiji, niska cijena električne energije za domaćinstva u odnosu na industriju, nepostojanje karbonskih taksi za proizvedenu električnu energiju u regiji, te nepripremljenost elektrodistributivne mreže za buduću masovnu primjenu električnih automobila i pratećih električnih punjača.

Ključne riječi: električni automobili, elektromobilnost, obnovljivi izvori energije

SUMMARY

If integrated and supplemented in a smart way, electric cars can significantly reduce the release of CO₂, soot and other pollutants into the atmosphere, as an initiative to apply renewable energy in electricity generation. We can think that the application of electromobility and the pressure to reduce pollution will facilitate the accelerated integration of renewable energy sources and provide additional network-related services. EU Directive 2014/94 on alternative fuels for sustainable mobility obliges member states to develop national policies in this area and offer some form of support to owners of EVs, encouraging more EVs and creating lots of work for municipalities to provide the proper infrastructure. The starting points of this paper are the low level of electric cars, the lack of state subventions the low cost of electricity for households in relation to industry, the absence of carbon taxes for electricity produced in the region, and the unpreparedness of the electricity distribution network for future mass use of electric cars and associated electric chargers.

Key words: electric cars, electromobility, renewable energy sources

Dr Saša Đekić, MH "ERS" MP a.d. Trebinje ZP "Elektro Doboj" a.d. Doboj, Nikole Pašića 77, 74 000 Doboj, RS/BiH, sasa.b.djekic@elektrodoboj.net

UVOD

Poznato je da su dizel motori veliki zagađivači životne sredine, a samim tim će vremenom postajati i jako skupi, isto tako i vozila na pogon sa benzinom pa i sa plinom takođe predstavljaju zagađivače koji će se u budućnosti morati napuštati. Direktiva EU 2014/94 o alternativnim gorivima za održivu mobilnost obavezuje države članice da razviju nacionalne politike u ovom polju i pruže neki oblik podrške vlasnicima električnih automobila, podstičući više električnih automobila i stvarajući puno posla ODS-ove (ODS – Operator distributivnog sistema) za osiguranje odgovarajuće infrastrukture. Poseban problem koji još uvijek odbija nadležne od direktne

promocije primjene električnih automobila i elektromobilnosti uopšte jesu nepripremljenost EES-a i problemi koje povratno prouzrokuju punjači električnih automobila po EES i posebno elektrodistributivnu mrežu u toku trajanja tzv. „špica“ odnosno u vremenskim intervalima masovne istovremene primjene punjača. Pored toga, glavne prepreke na tržištu u regionu su: nizak nivo postojećih električnih automobila koji povlači sa sobom slabo rasprostranjenu mrežu električnih punjača, nedostatak državnih subvencija i nedostatak propisa za punjenje električnih automobila u RS/BiH i regiji.

Očekuje se da će globalno tržište infrastrukture za punjenje električnih vozila dostići 45,59 milijardi dolara do 2025. godine. U razvijenim zemljama svijeta podstiču se različiti načini obezbjeđenja subvencija putem naplate poreza, donacija i drugih subvencija kojima se ovakvi projekti sponzorišu i promovišu, a očekujemo da će upravo to biti vodeći promoter masovnije upotrebe elektromobilnosti u regiji. Elektroprivreda Republike Srpske ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj, Elektroprivreda BiH i druge kompanije uveliko su već postavile punjače za električne automobile po RS/BiH ali to još uvijek nije masovno i mreža punjača nije dovoljno niti strateški proširena. Što se tiče Republike Srbije, Putevi Srbije trenutno imaju više brzih punjača lociranih na naplatnim stanicama kod Preševa, Šida, Subotice, Dimitrovgrada, Niša i Beograda.

ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj još 2017. instaliralo je električni punjač snage 2x22 kW (AC) ispred upravne zgrade u Doboju, u neposrednoj blizini magistralnog puta M-17, koji povezuje granični prelaze u Šamcu i Brodu sa Dobojem, Zenicom i Sarajevom. Punjenje je obezbjeđeno besplatno. Ipak, tokom 2019. na punjenje električnih automobila utrošeno je ukupno oko 400 kWh električne energije. Pojedinačno gledajući, dva puta je vršeno punjenje modela Tesla S, po 48 kWh i 50 kWh, dok su u većini slučajeva to bili manji električni automobili, kapaciteta 16 kWh, 18 kWh i 24 kWh. Postignuta brzina punjenja iznosila je od 1 do 2 časa. Sa druge strane, ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj posjeduje fotonaponsku solarnu elektranu snage 48 kW sa godišnjom proizvodnjom postignutom tokom 2019. godine prema Tabeli 1., što predstavlja dobar primjer mogućnosti integracije distribuirane proizvodnje i punjača za električne automobile na distributivnoj mreži.

TABELA 1 - PROIZVODNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE „ELEKTRO DOBOJ“ TOKOM 2019.

Mjesec	AVT (kWh)	AMT (kWh)	SUM (kWh)
Januar	319	145	464
Februar	1.624	848	2472
Mart	3.146	1.808	4954
April	3.442	1.387	4829
Maj	2.671	1.769	4440
Juni	4.616	2.006	6622
Juli	5.306	1.531	6837
Avgust	3.742	1.856	5598
Septembar	3.182	1.641	4823
Oktobar	3.022	1.254	4276
Novembar	818	356	1174
Decembar	486	160	646
UKUPNO	32374	14761	47 135 (kWh)

Smatramo da je u RS/BiH, Srbiji i regiji Jugoistočne Ervope, primarno tržište punjača, ipak, mreža benzinskih stanica. Sa oko 1 000 000 vlastitih putničkih automobila, oko 90 000 teretnih vozila i 30 000 priključnih vozila i 5 000 autobusa, u BiH je instalirano oko 1 100 benzinskih stanica. Zbog dugogodišnje uspostave mreže velikih regionalnih igrača poput PETROL, NESTRO, Lukoila, MOL-a, OMV-a itd., tradicionalne usluge koje se nude na benzinskoj stanici bit će relevantne i nakon porasta upotrebe električnih automobila i uopšte električne energije u transportu. Očigledni poslovni model budućnosti je pronaći mogućnosti i ponuditi kupcu električnog vozila da radi na internetu, jede i usput dopunjava električni automobil 25 do 30 minuta na uspostavljenoj mreži benzinskih stanica. Pored benzinskih stanica prodavci, tržni centri, hoteli, prodavnice brze hrane, usluga parkinga i sve vrste drugih uslužnih djelatnosti mogu ponuditi punjenje električnih automobila uz malo napora. Komercijalno punjenje električnih vozila takođe može biti strateški marketinški i poslovni korak veće grupacije, poput hotelske grupe ili lanca brze hrane.

S druge strane, posredno gledajući, masovnija upotreba električnih automobila neće doprinjeti smanjenju zagađanja životne sredine i ispuštanja CO₂ u atmosferu bez prateće integracije obnovljivih izvora energije, po mogućnosti direktno u elektroenergetsku distributivnu mrežu, i omasovljenja primjene električne energije proizvedene na ovakav način za punjenje električnih automobila.

POLITIKA ENERGETSKE EFIKASNOSTI U TRANSPORTNOM SEKTORU VELIKIH GRADOVA

Iskustva mnogih gradova svijeta pokazuju da je odgovornost provođenja politika i mjera za povećavanje energetske efikasnosti podijeljena između privatnog i javnog sektora, i između državnih i lokalnih nivoa.

Gradske strategije trebalo bi usmjeriti na energetske efikasne javni gradski saobraćaj i korištenje električnih automobila. Sa odgovarajućim inicijativama, korištenje ovih veoma energetski efikasnih načina transporta moglo bi se značajno proširiti i njihova privlačnost povećati. Veoma je važno da neefikasni načini prevoza postaju manje vremenski i finansijski isplativi pojedincu za upotrebu u cijeloj urbanoj strukturi. [1]

Putnički automobili potroše oko četvrtinu ukupne potrošnje nafte te, uz sve druge mjere, za postizanje smanjenja ispuštanja CO₂ u atmosferu omasovljavanje primjene električnih automobila može donijeti značajan pomak. Ipak, teško se može očekivati da će električni automobili zamijeniti i 10% od ukupnog broja putničkih automobila bez konkretnih i kontinuiranih subvencija.

Razvoj elektromobilnosti predstavlja razvojnu šansu za pionirske poduhvate gradskih vlasti svih zemalja u regionu, slijedeći samo primjere koje su uspješno proveli veći i veliki gradovi u svijetu i posebno u EU. Svjedoci smo da su Sarajevo i dijelom Beograd često najzagađeniji gradovi u svijetu. Ovome možemo ponajviše „zahvaliti“ neorganizovanom saobraćaju i prekomjernom ispuštanju izduvnih gasova u samim centrima grada, pored toplana i raznih drugih zagađivača. Gradovi u regionu su manji i ideje formiranja brzih metro linija nisu primjenjive na iste, izuzev naravno Beograda, tako da razvoj elektromobilnosti može ponuditi ključne napretke u pogledu optimizacije transporta u gradovima u regionu, povećanja energetske efikasnosti u transportu i konačno smanjenju zagađenja.

RAZVOJ BATERIJA ZA ELEKTRIČNE AUTOMOBILE I SISTEME OIE

Budući da su baterije najskuplja komponenta električnih automobila, njihova cijena najviše utiče i na cijenu krajnjeg proizvoda. Prosječna cijena baterija koje se koriste u te svrhe je od 2009. godine pala sa prosječnih 1800 \$/kWh na današnjih ispod 180 \$/kWh. U mnogim laboratorijima širom svijeta, naučnici se muče da pronađu nove punjive baterije. U tom smjeru imaju dva sukobljena zadatka: povećati kapacitet baterija i smanjiti trošak baterija. Naravno, tendencija je da se istovremeno smanjuje veličina i težina baterije, istovremeno povećavajući njen kapacitet. Očekuje se dalji pad cijena u budućnosti što će se pozitivno odraziti na cijenu vozila ovoga tipa. Značajniji porast prodaje električnih vozila u odnosu na klasična vozila se očekuje kada cijena baterija padne značajno ispod 100\$/kWh. [2]

Razvoj električnih automobila, prije svega razvoj baterija za iste, uz forsiranje korištenja obnovljivih izvora energije za njihovo punjenje uz zahtjeve za primjenom baterija za skladištenje viškova proizvedene energije iz vlastitih proizvodnih DG (DG – distribuirani generatori) sa OIE, predstavljaju najveći faktor koji može doprinjeti svrsishodnoj namjeni cjelokupne ideje omasovljenja distribuiranih izvora energije.

Visoke cijene baterija se često smatraju glavnim faktorom ograničenja masovnijeg prelaska sa klasičnih na električna vozila. Za bateriju korištenu u električnom vozilu smatramo da je dostigla kraj svog radnog vijeka kada joj kapacitet snage ili energije moguće za skladištenje opadne ispod 80%. Danas se kod električnih automobila uglavnom koriste litijum-jonske (Li-jon) baterije, zbog prednosti koje pružaju.



SLIKA 1 – PRIKAZ POZICIJE BATERIJSKOG SISTEMA U ELEKTRIČNIM AUTOMOBILIMA (IZVOR: WWW.AUTOREPLIKA.COM)

Aspekt autonomnosti rada električnih automobila u potpunosti je zasnovan i uslovljen razvojem naprednih baterija za skladištenje električne energije u električnim automobilima. Baterije u električnim automobilima su pokrivene garancijom od najmanje 8 godina i 250.000 km, kada govorimo o garancijama koje se daju u SAD. Kia daje garanciju na pakete baterija u svojim vozilima od 10 godina, odnosno 160.000 kilometara, dok je Hyundai otišao još dalje sa doživotnom garancijom. Drugi, poput BMW-a, Chevroleta, Nissana, Tesle (Model 3) i Volkswagena, zamene bateriju ukoliko njen kapacitet padne ispod određenog procentualnog nivoa određenog garancijom, što je u ovom slučaju obično 60-70 odsto. Električni automobili koji se koriste u oblastima gde vladaju velike vrućine, verovatno će gubiti kapacitet baterija nešto brže u odnosu na one koji se voze u umjerenijim klimatskim pojasima. Ekstremna vrućina je neprijatelj hemije što šteti litijum-jonskim baterijama. Prekomjerno korišćenje javnih *DC Fast Charging* stanica nivoa 3 takođe može uzeti danak na dugoročne performanse baterije. Naravno, što se baterija brže puni, to se generiše viša temperatura. Potrebno je voditi računa o baterijama, one mogu da traju daleko preko 160.000 kilometara pre nego što autonomija počne da se smanjuje. *Consumer Reports* procenjuje da je prosečan životni vijek paketa baterija oko 320.000 kilometara, što u prevodu znači gotovo 17 godina eksploatacije, ukoliko se godišnje prelazi dvadesetak hiljada kilometara. [6] Kapaciteti baterija aktuelnih električnih automobila variraju u rasponu od 17,6 kWh u Smart EQ ForTwo s autonomijom od samo 95 kilometara, do 100 kWh u Tesla Modelu S i Modelu X, koji mogu da prevezu preko 500 kilometara pre nego što moraju da „skoknu“ do električnog punjača. Pored toga, potrebno je naglasiti da domet električnog automobila uveliko zavisi od brzine vožnje. Na primjer, Tesla Roadster pri brzini od 90km/h može prijeći 450 i više kilometara, pri 150 km/h oko 250km dok pri maksimalnoj brzini od 250 km/h domet pada ispod 100km.

Kako se svakodnevno sve više električne energije proizvodi iz obnovljivih izvora raste i važnost baterija koje mogu višak energije uskladištiti a po potrebi i predati u elektroenergetski sistem i time uravnotežiti ponudu i potražnju energije u sistemu. Trenutno je većina baterija usmjerena na poslovne korisnike kojima je važno da imaju neprekidno napajanje sa električnom energijom ali su već sada jasna predviđanja da će sve veća buduća upotreba baterija za skladištenje električne energije rezultovati decentralizacijom pre svega elektrodistributivne mreže i vjerovatno i samog EES u budućnosti.

Kod vlasnika privatnih kuća koji posjeduju PV kolektore na svojim krovovima postoji potreba za skladištenjem viškova električne energije koja se proizvede tokom dana, kako bi se ista mogla koristiti naknadno i na taj način povećati energetska nezavisnost korisnika. Ovako proizvedenu i uskladištenu energiju potrebno je koristiti za punjenje električnih automobila da bi cjelokupna priča o električnim automobilima imala smisla sa aspekta održivog razvoja i smanjenja zagađenja te smanjenja ispuštanja CO₂ u atmosferu. Polaznu pretpostavku za mogućnosti ovakve primjene OIE i električnih automobila predstavlja činjenica da porodična auta oko 90% pa i više vremena provode parkirana.

PUNJAČI ZA ELEKTRIČNE AUTOMOBILE

Električni automobil predviđen je za punjenje u različitim okruženjima i uslovima, kod kuće u garaži, na otvorenom ili zatvorenom parkiralištu, na poslu, benzinskim stanicama, tržnim i poslovnim centrima, javnim garažama, supermarketima, restoranima, hotelima i drugim lokacijama. Isto tako, predviđen je za punjenje na različitim punjačima koji se razlikuju u snazi i brzini punjenja. Tako brzina punjenja može biti mala (preko običnih „shuko“ utičnica u kućama od 8 do 15 sati punjenja), brza (AC punjač, 2,5 do 5 sati punjenja) i super brza (DC punjač 30-80% baterije u roku od 30 minuta).

Razlika između naizmjeničnog i jednosmjernog punjača je u tome što naizmjenični punjač AC ne može puniti električno vozilo punom snagom kao što to može jednosmjerni DC punjač. Da bi se električno vozilo moglo napuniti s naizmjeničnim naponom (AC), potrebno je ispraviti naizmjeničnu struju u jednosmjernu kroz ispravljač. Takav ispravljač se nalazi u automobilu na ulazu iza glavne utičnice. Kao rezultat ispravljanja smanjuje se snaga koju ispravljač daje automobilu. Na primjer, ako naizmjenični punjač daje u automobil 22 kW, pri tome u većini automobila na tržištu, preko ispravljača može se najviše ispraviti od 2,7 kW do 10 kW. To znači da je za standardni kapacitet Li-jonske baterije od 24 kWh potrebno vreme punjenja, gdje standardni kapacitet baterije dijelimo sa 7,6 kW nakon ispravljanja, u najboljem slučaju približno 3 časa, odnosno za snagu ispravljača od 2,7 kW električni automobil ćemo napuniti za oko 8 sati.

Super brzi jednosmjerni DC punjač ima integrisan ispravljač gdje ispravlja i propušta direktno jednosmjernu struju DC automobilu, što daje više snage koju može iskoristiti za brže punjenje električnog vozila. Trenutno na tržištu postoje super brzi punjači od 20kW i 50kW. Za punjenje standardne baterije od 24 kWh, računajući po istom principu, potrebno je oko 30 - 60 minuta. Stanice za punjenje električnih vozila opremljene superbrzim DC punjačima dizajnirane su za visokofrekventne lokacije poput benzinskih stanica na autoputevima i slično.

Velika većina električnih automobila koristi motore za jednosmjernu struju, DC motor, sa izuzetkom najmodernijih modela poput Tesle. Električni pogon Tesla Roadster-a zasnovan je na trofaznom, četvoropolnom, naizmjeničnom B2-25 električnom motoru, koji je upravljn iz trofaznog mikroprocesorski kontrolisanog

invertora, a napaja se iz litijum-jonske (Li-jon) baterije kapaciteta 60 kWh i 200.000 km garantovanog rada (prodaje se i sa baterijama od 85 kWh i neograničenom garancijom trajanja). Za stanice za punjenje automobila referentni standard je IEC 61851-1.



SLIKA 2 – PRIMJER JAVNOG PUNJAČA ZA ELEKTRIČNE AUTOMOBILE, IZVOR:
[HTTPS://WWW.ZAP-MAP.COM/CHARGE-POINTS/](https://www.zap-map.com/charge-points/)

EV stanice za punjenje nivoa 1 - Punjači nivoa 1 koriste utikač od 230 V AC i mogu se priključiti u standardnu utičnicu. Za razliku od drugih punjača, punjači nivoa 1 ne zahtijevaju instalaciju dodatne opreme. Ovi punjači obično isporučuju tri do osam kilometara pređenog puta na jedan čas punjenja i najčešće se koriste u privatnim kućama. Punjači nivoa 1 su najjeftinija opcija, ali im treba i najviše vremena za punjenje baterije električnog automobila, i dobra su opcija za punjenje automobila preko noći.

EV stanice za punjenje nivoa 2 - Punjači nivoa 2 koriste se i u stambenim i u komercijalnim objektima za punjenje električnih automobila. Za razliku od punjača nivoa 1, oni se ne mogu priključiti u standardnu zidnu utičnicu. Umjesto toga, obično ih ugrađuje ovlašteni instalater. Takođe se mogu instalirati kao dio sistema sa fotonaponskim modulima odnosno sistema punjača sa dodatnim obnovljivim energetske izvorom. Ovi punjači obično isporučuju 16 do 100 kilometara pređenog puta na jedan čas punjenja i mogu napuniti bateriju električnog automobila u samo dva sata, što ih čini idealnom opcijom kako za vlasnike kuća koji trebaju brzo punjenje, tako i za poslovne zgrade i poslovne upotrebe uopšte.

DC brzi punjači (poznati i kao nivo 3 ili CHAdeMO EV stanice za punjenje) - DC brzi punjači, poznati i kao Level 3 ili CHAdeMO stanice za punjenje, mogu ponuditi 100 do 160 kilometara dometa za električni automobil u samo 20 minuta punjenja. Međutim, oni se obično koriste samo u komercijalnim i industrijskim aplikacijama - za instaliranje i održavanje je potrebna visoko specijalizirana oprema velike snage.

Pored toga, mnogi proizvođači električnih automobila, poput Nissana, imaju vlastite proizvode za punjač nivoa 2. Od ostalih proizvođača EVSE nivoa 2 najpoznatiji su: ClipperCreek, Chargepoint, JuiceBox i Siemens.

Jedna od glavnih prodajnih marketinških ponuda za Tesla električna vozila je dostupnost „Superchargers“ razbacanih po Sjedinjenim Državama. Ove superbrze stanice za punjenje mogu napuniti Teslinu bateriju za oko 30 minuta i instalirane su širom kontinentalne države SAD-a. Međutim, Teslin superchargers dizajnirani su isključivo za Tesla vozila, što znači da, ako posjedujete model koji nije Tesla EV, automobil neće biti kompatibilan sa stanicama Supercharger. Vlasnici Tesle godišnje dobivaju 400 kWh besplatnih bonusa za Supercharger, što je dovoljno za prelazak oko 1600 kilometara. Teslini električni automobili, uključujući Model S i Model X, luksuzni su automobili dizajnirani za putovanja na duže relacije. Ako imate Teslin supercharger u blizini, vaš automobil se može napuniti za sat ili manje; kod kuće punjenje se kreće od 6 do 10 sati. [3] [4]

Iako je neupravljive mrežne punjače jeftinije kupiti, pametni punjač pruža više prednosti i funkcionalnosti. Kao takvi, rani lideri u proizvodnji infrastrukture za punjenje električnih automobila koji su započeli s neupravljivim punjačima sada prelaze na pametne (npr. Norveška i Kalifornija). Budući da neupravljivi punjači ne mogu identifikovati korisnike ili se povezati na sistem naplate, kad su javni oni su besplatni, što ima tržišne posljedice. Najveća greška koju poslovni klijenti čine u odabiru električnih punjača, pored odabira neupravljivih, jeste odabir što veće snage, npr. snage 22 kW, slijedeći logiku da je ovo najbrži način za dopunu vozila. Pri čemu zaboravljajući na ograničenja vlastitih električnih instalacija i probleme koji isti izazivaju po druge potrošače i opremu priključenu na istu. Treba biti svjestan da nekoliko 22 kW jedinica znatno opterećuje cijeli sistem internih električnih instalacija ukoliko nije riječ o pametnom sistemu za raspodjelu energije. S druge strane, pri odabiru jedinica punjača od 3,7 kW, trebata biti svjestan da one omogućavaju punjenje samo za oko 15 km za jedan čas punjenja, tako da je učinak punjenja u ovom slučaju minimalan. Dosadašnje iskustvo pokazuje da su za poslovne korisnike najprofitabilnije stanice sa jedinicama od 11 kW, jer ovim kapacitetom većini korisnika pružaju dovoljnu brzinu punjenja pri čemu ne opterećuju mrežu do maksimuma.

KOMPARACIJA ELEKTRIČNIH I AUTOMOBILA SA UNUTRAŠNJIM SAGORJEVANJEM U KONTEKSTU ENERGETSKE EFIKASNOSTI I UTICAJA NA OKOLINU

Uparedno posmatrajući, električni automobili generano bolje ubrzavaju od benzinski pogonjenih modela, ali za sada ne mogu da postignu njihove maksimalne brzine. Dakle, kada je maksimalna brzina u pitanju, konvencionalni četvorotočkaši odnose pobjedu, posebno što maksimalnu brzinu mogu da održe u mnogo dužem vremenskom periodu, dok je samo ubrzanje i brzina dostizanja maksimalne brzine na strani električnih automobila. Razlog za to leži u tome što elektromotor ima manje pokretnih komponenti, tako da one funkcionišu efikasnije.

TABELA 2 – UPOREDNE KARAKTERISTIKE ELEKTRIČNOG E-GOLFA SA MODELIMA SA SUS MOTOROM

	e-Golf	Golf 1,2 TSI	Golf 1,6 TDI
Pogon	Prednji	prednji	prednji
Ubrzanje [0 – 100 km/h]	10,4	10,9	10,5
Masa / nosivost [kg]	1585/450	1205/590	1280/535
Emisija CO ₂ [g/km]	0	112	102
Potrošnja	12,7kW/100km	4,9l	3,9l
Autonomija	190	1020	1282
Kapacitet baterije / spremnika goriva	24,2kWh	50L	50L

U tabeli 2 date su osnovne uporedne tehno-energetske karakteristike između električnog i automobila sa unutrašnjim sagorjevanjem za isti tip automobila, popularni GOLF, proizvođača *Volkswagen*. [5] Pri čemu trošak goriva za modele prikazane u Tabeli 2, nakon prijeđenih 120 000 km iznosi:

$$C_2 = \frac{D}{100} \cdot P \cdot E$$

$$C_{2e} = 120000km \cdot 12,7 \frac{kWh}{100km} \cdot 0,08347 \text{ €/kWh} = 1 272 \text{ €}$$

$$C_{2TSI} = 120000km \cdot \frac{4,9L}{100km} \cdot 1,3 \text{ €/L} = 7 640 \text{ €}$$

$$C_{2TDI} = 120000km \cdot \frac{3,9L}{100km} \cdot 1,181 \text{ €/L} = 5 530 \text{ €}$$

U radu koju su nedavno objavili njemački profesori i istraživači Kristof Buhal, profesor fizike iz Kelna i Hans-Diter Karl i Hans-Verner Zin sa Lajbnic institut za ekonomska istraživanja Univerziteta u Minhenu [6], tvrdi se da Tesla Model 3 emituje od 11 do 28 % više ugljen-dioksida tokom svog životnog vijeka u odnosu na dizel Mercedes C220. Međutim, ono što se u takvim tvrdnjama često zanemaruje jeste činjenica da se struja ne proizvodi samo iz uglja u termoelektranama i da će trend korištenja obnovljivih izvora energije sve više rasti. Već su uočljive takve promjene u „miksi“ porijekla proizvedene električne energije u razvijenijim zemljama, gdje opada procenat proizvodnje električne energije pomoću fosilnih goriva, a raste procenat proizvodnje iz obnovljivih izvora, ali i nuklearnih elektrana, koje ne emituju ugljen-dioksid. Naručena istraživanja njemačkog automoto kluba ADAC-a dokazala su da mali automobil, male kubikaže, sa SUS motorom ima prednost u pogledu ispuštanja CO₂ u atmosferu u odnosu na električni automobil do pređenih 50 000 km, za trenutni procentualni poredak porijekla električne energije u Njemačkoj.[7] U slučaju cjelokupnog životnog vijeka automobila i pređenih 150 000 km situacija se popravlja u korist električnog automobila, kao i u slučaju povećanja kubikaže i snage automobila.

U najrazvijenijim zemaljama kao što su SAD, Indija, Kina i Njemačka, prilikom proizvodnje električne energije se u atmosferu ispusti toliko CO₂ da električni automobili punjeni takvom energijom uopšte ne donose neku prednost kada se radi o zaštiti životne sredine ili uticaju na klimu generalno. Naravno, u pogledu uticaja na mikro uslove električni automobili doprinose smanjenju zagađenja u samim gradovima i centrima gradova tokom špice opterećenja saobraćaja. Ukoliko se prethodnoj računici pridoda ispuštanje CO₂ u atmosferu prilikom proizvodnje baterija za skladištenje električne energije prednosti koje ostvaruje primjena električnih automobila u odnosu na motore sa unutrašnjim sagorjevanjem opada. Ipak, upuštanje u dokazivanje nejednčina generisanja CO₂ u atmosferu prilikom izrade pojedinih komponenti konvencionalnog ili električnog automobila omogućava veliku subjektivnost podstaknutu konkurencijom, čime se ovaj rad neće baviti. Činjenica je da u zemljama gdje se uveliko forsira proizvodnja električne energije iz obnovljivih energetskih resursa upotreba električnih automobila nosi velike prednosti u pogledu smanjenja uticaja na životnu sredinu, ispuštanja CO₂ i drugih emisija koje doprinose efektu staklenika, poput na primjer Norveške.

ZAKLJUČAK

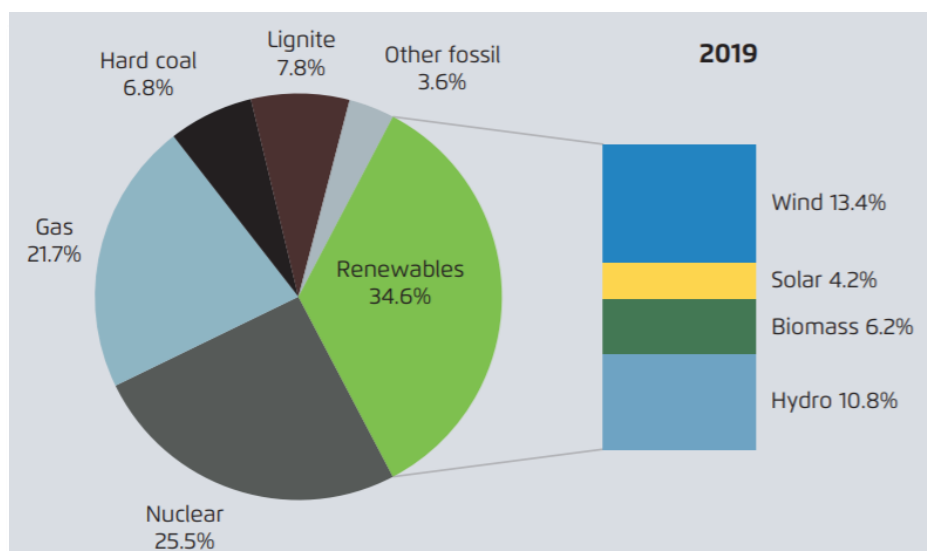
Dosadašnji razvoj elektroenergetske distributivne mreže u RS/BiH, Srbiji i regionu koncipiran je na bazi radialno napajane mreže, naponskog nivoa 35 kV, 20 kV, 10 kV i 0,4 kV (1 kV). Ograničenje u pogledu prenosnog kapaciteta ovako koncipirane distributivne mreže može predstavljati veliki problem i ograničavajući faktor za masovnije primjenu električnih automobila i elektromobilnosti. Distributivnu mrežu potrebno je postepeno prilagoditi za ovakve primjene ulaganjem samih distributivnih preduzeća, odnosno elektroprivreda, kao i ulaganjem privatnih investitora iz sfere biznisa elektromobilnosti. Sa druge strane, prethodno uspostavljeni koncept razvoja distributivnih mreža, za razliku od prenosnih mreža, takođe nije podrazumijevao projektovanje distributivnih mreža za potrebe priključenja proizvodnih objekata, odnosno za potrebe distributivne proizvodnje. Distribuirani izvori električne energije iz OIE sada su uveliko prisutni i konceptualno se mreža prilagođava za potrebe priključenja istih. Poseban problem sa kojim se susreće ODS pri tome predstavlja neusklađenost između potreba za snagom i energijom distributivnog konzuma i proizvodnje DG. Za potrebe priključenja, u sveri malog biznisa popularnih, MHE najčešće su dostupni radialno napajani distributivni vodovi ruralnog područja, s obzirom na geografske karakteristike područja koje najčešće prate pogodne lokacije za izgradnju MHE. Ukoliko proizvodnja značajno premašuje potrebe potrošnje locirne na posmatranom izvodu dolazi do toka električne enegije ka napornoj trafostanici i dalje duž ED mreže, pošto su industrijski i značajniji konzumi široke potrošnje udaljeni. Ovo uveliko diskvalifikuje upotrebu MHE za idealnije kombinovane primjene sa električnim punjačima. Ipak, MHE priključene kao DG doprinose boljem balansu procentualnog učešća OIE u „miksi“ električne energije koja se koristi za punjenje i pokretanje električnih automobila. U svakom slučaju konceptualno je potrebno obezbjediti što više snage i energije proizvedene iz OIE za potrebe punjenja električnih automobila na način da se distanca prenosa svede na najmanju moguću mjeru. Za te svrhe potrebno je koristiti DG, pri čemu su fotonaponski sistemi, uz korištenje baterija za skladištenje električne energije, posebno pogodni. Ukoliko kapacitet proizvodnje DG zadovoljava lokalnu potrošnju stanica za punjenje električnih automobila smanjuje se tok energije duž vodova čime se poboljšavaju naponske prilike u mreži i smanjuju gubici duž iste. Opšti efekat u ovakvim slučajevima priključenja jeste pozitivan i pozitivno utiče na prilike u mreži u manjoj ili većoj mjeri, u zavisnosti od usklađenosti kapaciteta i karaktera proizvodnje i potrošnje.

S druge strane, podsticaj proizvodnji električne energije u cijelom regionu u prethodnom periodu uspostavljen je po principu „feed-in“ tarife. Pri čemu se novac potreban za ovakvu vrstu podsticaja obezbjeđuje dodatno opterećujući krajnje kupce po kWh korištene energije. Podsticaj organizovan na ovakav način podstiče primjenu OIE za proizvodnju električne energije ali suštinski doprinosi isključivo razvoju industrije industrijski već razvijenih zemalja poput Kine, Njemačke, USA. Naravno da je pokretač razvoja tehnologija i da se u razvoj tehnnologije mora ulagati, čemu doprinosi ovakav vid podsticaja. U cijelom regionu a pogotovo u EU vidljivi su pomaci u pogledu korištenja OIE i DG od 2010. do 2020. i to su dobri i ohrabrujući rezultati. Ipak, male i nedovoljno industrijski razvijene zemlje moraju misliti o mogućnosti vlastitog učešća u svemu tome, pogotovu pošto je teret učešća prenesen na krajnje kupce odnosno građane. Od ovakve vrste podsticaja se sada uveliko odustaje u cijelom regionu i traže se novi modeli. Ovdje treba napomenuti da, pored navedenih mjera i podsticaja, razlog navedene masovnije upotrebe OIE leži i u rastu karbonske takse za CO₂, kada je riječ o zemljama članicama EU, a opadanju cijena tehnologije za proizvodnju električne energije iz OIE. Omasovljenje primjene električnih automobila i forsiranje korištenja tzv. zelene energije za te svrhe uveliko može dati dodatnu svrhu primjeni DG i OIE. Iz uporabednog proračuna troškova korištenja električnog automobila prema klasičnim automobilima sa SUS, datog u prethodnom dijelu, jasno je da prostora za podsticaj ovakve primjene OIE prema vlasnicima električnih automobila ima.

Ovome treba dodati i odnos cijena električne energije koju plaćaju domaćinstva i industrijski kupci u regionu. Dok je u EU taj odnos značajno veći u korist domaćinstava u našem regionu industrijski kupci plaćaju višu cijenu. Riječ je o tzv. kupovini socijalnog mira. To neće dugo biti realno održivo a treba razmišljati o novim

trendovima korištenja električne energije koje će sa sobom nametnuti masovnija upotreba električne energije za pogon električnih automobila. Trenutna situacija dovodi do toga da je praktično najjeftiniji izvor grijanja domaćinstva električna energija, što će u slučaju omasovljenja elektromobilnosti i masovnije upotrebe privatnih automobila i vlastitih punjača biti neodrživo.

Prilikom uspostavljanja budućih legislativa u pogledu promovisanja omasovljavanja primjene ličnih električnih automobila potrebno je voditi računa o troškovima skladištenja električne energije kako u baterijskim kapacitetima porodičnih kuća tako i troškovima ODS-a, i načinu obezbjeđenja povrata istih, prilikom korištenja elektrodistributivne mreže za „skladištenje“ viškova energije. Kod vlasnika privatnih kuća koji posjeduju PV kolektore na svojim krovovima postoji potreba za skladištenjem viškova električne energije koja se proizvede tokom dana a kako bi se ista mogla koristiti naknadno. Ovakvo proizvedenu i uskladištenu energiju potrebno je koristiti za punjenje električnih automobila da bi cjelokupna priča o električnim automobilima imala smisla sa aspekta održivog razvoja i smanjenja zagađenja te smanjenja ispuštanja CO₂ u atmosferu. Polaznu pretpostavku za mogućnosti ovakve primjene OIE i električnih automobila predstavlja činjenica da porodična auta oko 90% pa i više vremena provode parkirana. Pri čemu raste i važnost baterija koje mogu višak energije uskladištiti, iz istih naknadno puniti električne automobile a po potrebi predati višak energije u elektrodistributivni sistem i time uravnotežiti ponudu i potražnju energije u sistemu. Pri ovome posebno treba obratiti pažnju, prilikom donošenja legislativa u budućem periodu, da vlasnik proizvodnih malih jedinica DG namjenjenih za ove svrhe ne dobija besplatnu uslugu „skladištenja“ električne energije od strane ODS i elektrodistributivne mreže, kao što je to trenutno uspostavljeni sistem neto razmjene električne energije omogućavao. U slučaju buduće masovne primjene vlastitih električnih automobila ovo bi bio ogroman trošak za ODS koji se ne smije dozvoliti i treba podsticati korištenje baterija za te svrhe, kroz regulatorni okvir ili ekonomskim faktorima kroz klizne cijene električne energije.



SLIKA 3 – PORIJEKLO ELEKTRIČNE ENERGIJE U EU ZA 2019., IZVOR: AGORA ENERGIEWENDE



SLIKA 4 – PRIKAZ ODNOSA CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA DOMAĆINSTVA I INDUSTRIJU U EU I ZEMLJAMA ČLANICAMA ENERGETSKE ZAJEDNICE, IZVOR: ACER/CEER ANNUAL REPORT

Pored svega navedenog, takođe, potrebno je promovisati „smart“, odnosno pametna nova rješenja za punjenje energije, kako bi se izbjegla nepotrebna opterećenja elektrodistributivne mreže u toku trajanja tzv. „špica“ odnosno u vremenskim intervalima masovne istovremene primjene punjača a istovremeno omogućilo svrsishodnije korištenje mreže punjača. Svrha je postići kompromis sa vlasnicima električnih automobila, ekonomskim podsticajima ili regulatornim okvirima, da se isti pune u skladu sa potrebama vlasnika ali usklađeno sa potrebama elektroenergetskog sistema. Pošto vlastita porodična vozila provode mnogo više vremena parkirana i priključena na punjače moguće je postići i vraćanje uskladištene energije iz baterija automobila u elektroenergetski sistem, tzv. V2G (Vehicle to Greed) mod rada. U slučaju omasovljavanja primjene električnih automobila, na ovaj način kontrolisano, baterije velikog broja automobila mogle bi biti integrisane u jedan virtuelni distribuirani sistem za pohranu električne energije. Ovakav virtuelno upravljani sistem mogao bi upravo pohranjivati viškove električne energije u trenucima kada imamo viškove proizvodnje iz OIE u sistemu a odavati električnu energiju nazad u sistem, distributivnu mrežu, kada imamo manjak zelene, odnosno više potrebe za energijom u sistemu. Na ovakav način korištena električna vozila postaju neizostavan dio ukupnog koncepta pametnih distributivnih mreža. Time ponovo masovnija primjena električnih automobila doprinosi većoj integraciji električnih OIE, posebno distribuirane proizvodnje iz OIE. Vjerovatno će ovakva usluga u slučaju masovnosti primjene električnih automobila u svijetu i regionu, uz usavršavanje sistema pametnih mreža i baterija za skladištenje električne energije u kućama i automobilima, zajednički dovesti do mogućnosti pružanja usluge sekundarne i tercijarne regulacije frekvencije u EES-u, što bi dodatno doprinjelo stabilnijem i boljem radu EES-a.

U svakom slučaju, pored tradicionalne uloge snabdjevanja krajnjih kupaca električnom energijom, u budućim primjenama distribuirane proizvodnje iz OIE, masovne primjene električnih automobila i elektromobilnosti, uz primjenu baterija za skladištenje električne energije, razvoj pametnih tehnologija i pametne mreže, distributivni sistem će u budućnosti zasigurno postati najvažniji i najkompleksniji podsistem EES-a.

LITERATURA

- [1] S. Böhrer-Baedeker, H. Hueging, Urban Transport and Energy Efficiency ,GIZ, 2012.
- [2] B. Nykvist, M. Nilsson, Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles, Nature Climate Change volume, <http://www.nature.com/nclimate/journal/v5/n4/full/nclimate2564.html>, 2015.
- [3] <https://www.tesla.com/supercharger>
- [4] <https://news.energysage.com/how-much-does-a-tesla-cost/>
- [5] <https://ev-database.org/car/1189/Volkswagen-e-Up>
- [6] C. Buchal, H.-D. Karl und H.-W. Sinn „Kohle motoren, Windmotoren und Dieselmotoren: Was zeigt die CO2 -Bilanz?“, 2019.

- [7] <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/klimabilanz/>
- [8] <https://autorepublika.com/2019/10/10/istrazivanje-koji-je-zivotni-vek-baterije-u-elektricnim-automobilima/>
- [9] K. Young, C. Wang, Le Yi Wang, K. Strunz, Electric Vehicle Battery Technologies, 2017.
- [10] S. Salman, S. Đekić, B. Tepavčević, V. Tadić, Presjek stanja razvoja savremenih materijala i tehnologija u proizvodnji baterija za skladištenje električne energije i njihova primjena u EES-u sa PV elektranama, BH CIGRE, 2017.