

ANALIZA RASTA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U NAREDNIM DECENIJAMA USLED ZNAČAJNIJEG POVEĆANJA BROJA ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA

Milko ZUBAC, Elektroprivreda Srbije, Srbija
Marijana SUČEVIĆ TASIĆ, Elektroprivreda Srbije, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Nema sumnje da je elektromobilnost neminovna i da mnoge države subvencionišu prelazak transporta na električni pogon, prvenstveno zbog ekološkog aspekta. U radu se analizira aspekt povećanja potrošnje električne energije u Srbiji u narednih nekoliko decenija, usled povećanja broja električnih automobila, koji svakim danom postaju sve zastupljeniji širom sveta. Najveći svetski automobilski brendovi ulažu ogroman novac u tehnološki razvoj, proizvodnju električnih automobila, proizvodnju baterija, povećanje kapaciteta baterija u cilju postizanja veće udaljenosti, infrastrukturu stanica za punjenje baterija, dok se malo ko osvrće na to kolika je energija potrebna za masovno korišćenje električnih automobila, kako obezbediti tu energiju, koliko je dodatno opterećenje, da li će doći do naglog rasta potrošnje električne energije velikih razmera, koliko je potrebno novih instalisanih kapaciteta iz obnovljivih izvora i da li postoji toliki potencijal u obnovljivim izvorima.

Ključne reči: elektromobilnost, rast potrošnje, obnovljivi izvori energije

SUMMARY

There is no doubt that electromobility is inevitable and that many countries are subsidizing the transition of electrically powered vehicles, primarily because they are environmentally friendly. The paper examines the aspect of increasing electricity consumption in Serbia in the next few decades, due to the increase in the number of electric cars, which are becoming increasingly frequent internationally. The world's largest automotive brands invest huge money in technological development, production of electric cars, production of batteries, battery capacity increase in order to achieve greater distances, vehicle charging stations infrastructure, while almost no one reflects on how much energy is needed for massive use of electric cars, how to provide this energy, how much additional burden is created by this, whether this will escalate large-scale electricity consumption, how much new installed capacity from renewable energy sources is needed and is there such a potential in renewable sources.

Key words: electromobility, electricity consumption escalation, renewable energy sources

Milko Zubac, e-mail:milko.zubac@eps.rs
Marijana Sučević Tasić, e-mail:marijana@eps.rs

UVOD

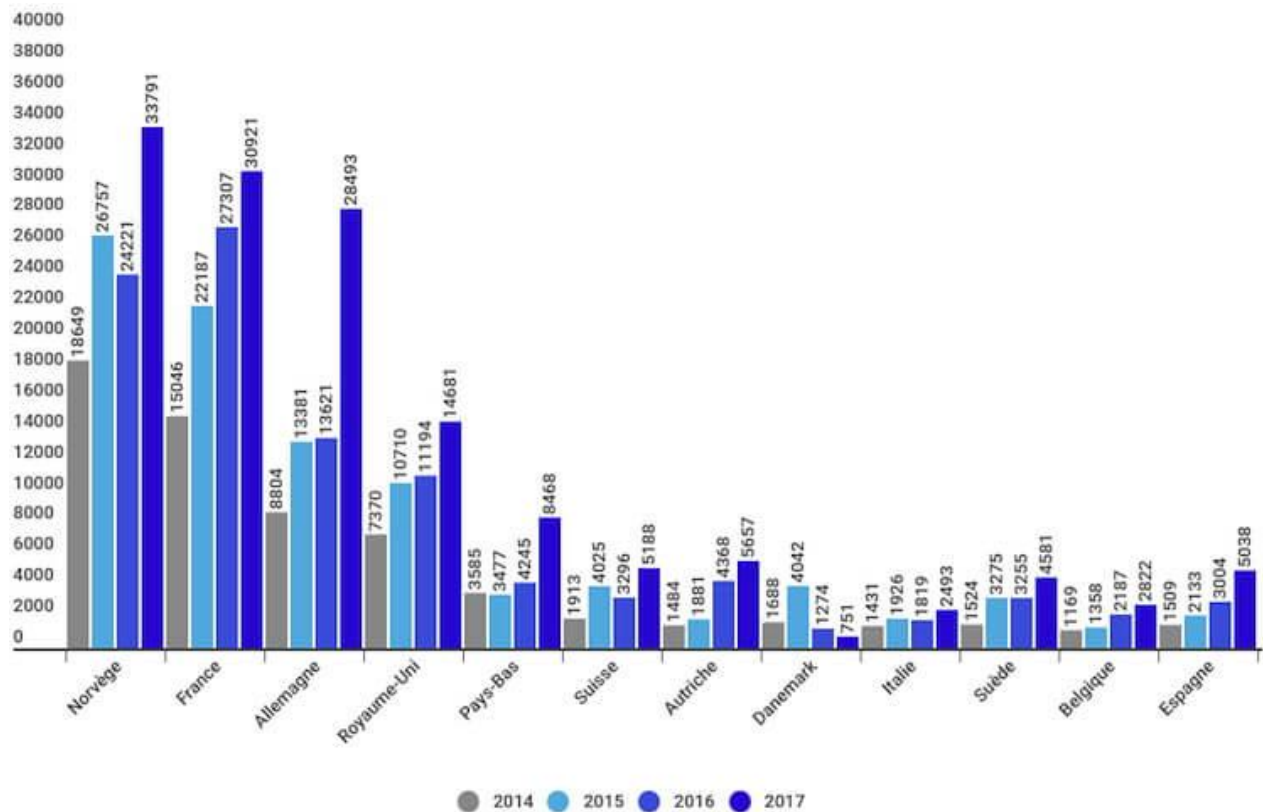
Prvi električni automobil je napravljen vrlo brzo nakon konstrukcije elektromotora još u prvoj polovini 19. veka, mnogo pre motora sa unutrašnjim sagorevanjem, a takođe i pre automobila na benzinski pogon. Napravio ga je Robert Anderson iz Škotske između 1832-1839. godine. Baterije prvih električnih automobila su bile za jednokratnu upotrebu, a u narednim decenijama je došlo do velikog napretka u razvoju tehnologije punjivih baterija. U 1897. godini pojavili su se električni taksiji na ulicama Njujorka. Do 1900. godine, 28% automobila u ukupnom tržištu SAD su bili na električni pogon. Imali su velike prednosti nad konkurencijom zbog manje buke, zbog nepostojanja izduvnih gasova, većeg stepena korisnog dejstva, a glavni nedostatak je bio ograničen radijus kretanja sa jednim punjenjem i prosečna brzina. Posle 1935. godine, nakon pronalaska nafte u Teksasu i ogromnim nalazištima širom sveta, dolazi do pada cena nafte i naftnih derivata, što dovodi do zastoja u razvoju električnih automobila (1). Danas kada je ugrožena ekologija zbog dugogodišnjeg korišćenja fosilnih goriva, električni automobili ponovo dobijaju važnu ulogu u transportu. Transport je jedan od najvećih faktora koji doprinose lokalnom zagađenju vazduha. Prema podacima iz „IRENA“ (2), 30% svetske potrošnje energije odlazi na transport, a u velikim gradovima čak i do 50%. Prema istom izvoru, broj električnih automobila u svetu je povećan za 1 milion u 2015. godini. Još veći rast je potreban da se ispuni njihova uloga u ukupnom energetsom portfoliju, kao što je smanjenje emisije štetnih gasova i povećanje korišćenja obnovljivih izvora energije, naročito iz vetra i sunca. Prema pariskom sporazumu, mora se krupnim koracima krenuti u dekarbonizaciju energetske sistema u cilju sprečavanja klimatskih promena i očuvanja planete. U radu je razmatran uticaj integracije značajnog broja električnih automobila u elektroenergetski sistem, odnosno kolika je dodatna energija potrebna za punjenje ovih automobila. Takođe se navode mere za ublažavanje naglog porasta instalisane snage sistema, u vidu punjenja baterija u vreme noćnog minimuma, korišćenje obnovljivih izvora energije u svrhu transporta, u prvom redu za punjenje baterija iz fotonaponskih elektrana, rad baterija u režimu vraćanja energije u mrežu, „Smart“ tehnologije za punjenje baterija i upravljanje potrošnjom itd. Analize nisu zasnovane na realnim pretpostavkama u smislu broja električnih automobila u Srbiji do 2050. Cilj je bio da se shvati red veličine potrebne električne energije za punjenje električnih automobila, koja bi iziskivala dodatne instalisane kapacitete. Naravno, ovo je hipotetički, s obzirom da Republika Srbija prilično zaostaje za vodećim zemljama Evrope i sveta po pitanju elektromobilnosti, ali u budućnosti svakako neće ostati izolovana, s obzirom da se u Evropi i vodećim zemljama sveta integracija električnih automobila povećava rapidno, tako da će se i Srbija u budućnosti svakako susresti sa ovom problematikom

ELEKTROMOBILNOST U EVROPI I SVETU

Električna vozila već sada zauzimaju značajno mesto na svetskom tržištu automobila. Prvo mesto po broju električnih automobila zauzima Norveška. Neke zemlje, kao što su Norveška, Holandija, Švedska, Velika Britanija od 2030. do 2050. planiraju zabranu korišćenja vozila koja za pogon koriste fosilna goriva. Na slici 1. prikazan je broj električnih automobila na tržištima u vodećim zemljama Evrope. Tehnologija baterija je glavno ograničenje u razvoju EV. Vrlo su skupe i imaju ograničenje u broju ciklusa ponovnog punjenja za vreme njihovog životnog veka. Snaga punjača ima prilično širok opseg, od 3,3 kW i 7kW AC za spore punjače do 50kW DC za brze punjače. Broj, tip i razmeštaj punjačkih stanica je veoma bitan za lokalnu elektrodistributivnu mrežu. Za javne punjačke stanice u Evropi, na jednu stanicu sa brzim punjenjem dolazi 20 stanica za sporo punjenje. Neke zemlje, uključujući Estoniju, Norvešku, Dansku i Holandiju već postavljaju brze punjačke stanice duž auto-puteva. Sektor transporta čini 30% globalne potrošnje energije, u velikim gradovima čak 50%, a očekuje se rast od 1% godišnje do 2030. (4) Dok članice EU pišu zakone da se uvedu instalacije za punjenje električnih automobila u svakoj novoj kući, Nemačka i Holandija razmatraju pitanja da sva vozila od 2030. budu 100% električna. U skladu sa time je urađena analiza u kojoj je razmatrano, kako bi se to odrazilo na energetske prilike u zemljama Evrope i sveta u celini, kada bi se svi automobili do 2030. zamenili sa električnim automobilima. (5) Naravno, ovo je samo teoretski, hipotetički i ne može

se desiti u realnosti. Kako bi se sagledao uticaj integracije enormne količine električnih automobila u elektroenergetske sisteme pojedinih zemalja do 2030. godine i izvršila estimacija reda veličine dodatne električne energije i proizvodnih kapaciteta, potrebne za napajanje EV u zemljama Evropske unije, Kine, SAD i sveta u celini, izvršena je analiza, na bazi više pretpostavki.

Da bi se videlo kolika je potrebna dodatna količina električne energije i dodatna instalisana snaga za punjenje električnih automobila u vodećim zemljama Evrope i sveta u 2030. godini, korišćeni su sledeći ulazni parametri: broj registrovanih električnih automobila u 2015. godini, prosečna razdaljina koju pređe automobil za jednu godinu, prosečna potrošnja u kWh na 100km, prosečni faktor snage potrebnih dodatnih kapaciteta i prosečni trošak dodatnog instalisanog kapaciteta u \$/kW (procenjen je ukupan trošak od 3000\$ po instalisanom kW) u kojem nisu uzeti u obzir troškovi proširenja mreže, kućnih instalacija, punjačkih stanica, pametnih brojila, troškovi kupovine električnih vozila i sl.



Slika 1. Broj električnih automobila u vodećim zemljama Evrope od 2014. do 2017. godine (6)

Na osnovu analize dobijene su sledeće procene: Nemačka: broj automobila 44,4 miliona, 31% porast potrošnje, 40% porast instalisane snage, dodatni trošak 232 milijarde \$; Holandija: broj automobila 8 miliona, 21% porast potrošnje, 24% porast instalisane snage, dodatni trošak 27 milijardi \$; Norveška: broj automobila 2,5 miliona, 7% porast potrošnje, 12% porast instalisane snage, dodatni trošak 11 milijardi \$; Evropska unija: broj automobila 250 miliona, 34% porast potrošnje, 43% porast instalisane snage, dodatni trošak 1300 milijardi \$; Velika Britanija: broj automobila 25,8 miliona, 36% porast potrošnje, 49% porast instalisane snage, dodatni trošak 140 milijardi \$; SAD: broj automobila 261,8 miliona, 29% porast potrošnje, 44% porast instalisane snage, dodatni trošak 1400 milijardi \$; Kina: broj automobila 154 miliona, 11% porast potrošnje, 16% porast instalisane snage, dodatni trošak 735 milijardi \$, odnosno 19% porast potrošnje, 27% porast instalisane snage, dodatni trošak 1200 milijardi \$ ako se pretpostavi da će broj električnih vozila u Kini nastaviti da raste po stopi od 4,4% godišnje do 2030; **Svet**: broj automobila 1000 miliona, 18% porast potrošnje, 30% porast instalisane snage, dodatni trošak 5000 milijardi \$, odnosno 26% porast potrošnje, 44% porast instalisane snage, dodatni trošak 7300 milijardi \$, ako se pretpostavi da će broj električnih

vozila u svetu nastaviti da raste po stopi od 2,7% godišnje do 2030. Analiza je rađena samo za putničke automobile. Ako bi se uračunala i električna vozila sa dva i tri točka sa više od 900 miliona na putu do 2030. i električni autobusi i kombi vozila koja mogu preći broj od 10 miliona do 2030, nedostajuća energija i snaga bi bile mnogo veće. (7) Na osnovu prethodne analize, može se zaključiti da elektromobilnost prouzrokuje ogromnu potrebu za dodatnim količinama električne energije, kao i za povećanjem vršne snage u narednim decenijama.

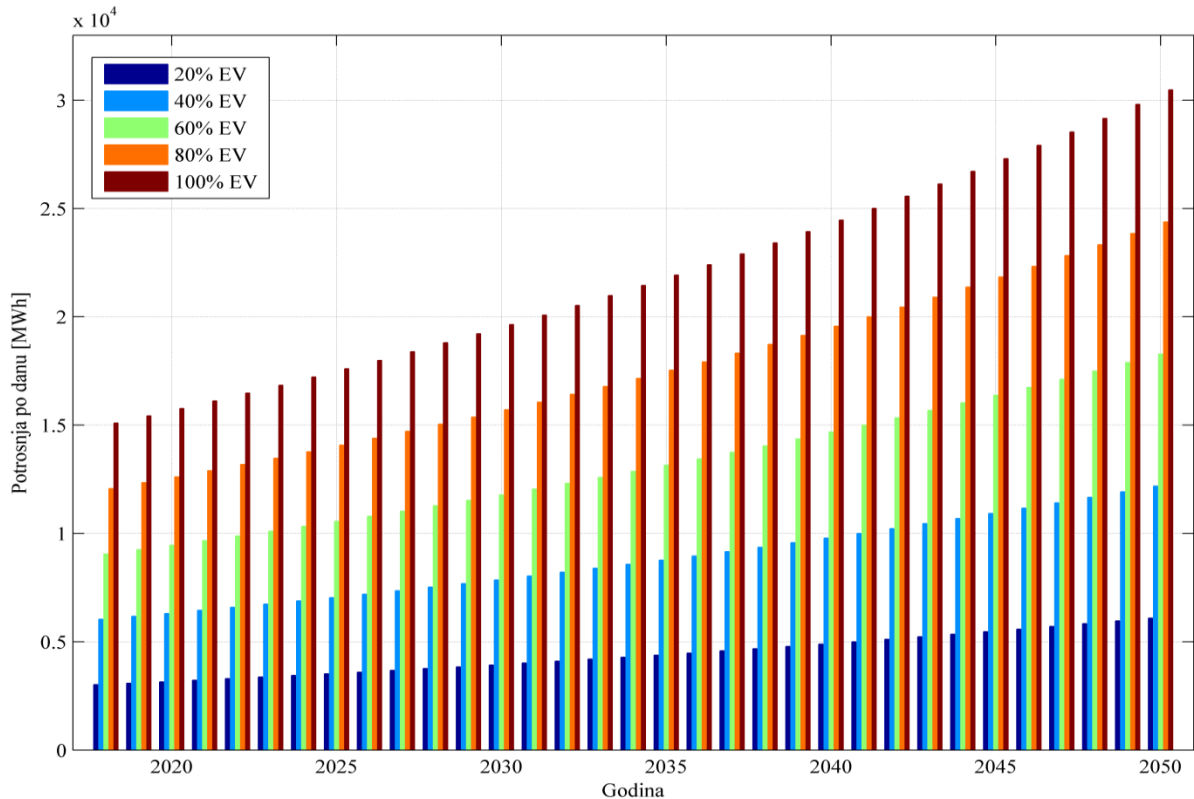
ELEKTROMOBILNOST U REPUBLICI SRBIJI

Republika Srbija zaostaje po pitanju elektromobilnosti u odnosu na zemlje Evropske unije i vodeće zemlje sveta. Dok se svake godine pojavljuje milion električnih automobila na ulicama širom sveta, dok se renomirani proizvođači EV takmiče čiji će automobil imati bolje performanse, u Srbiji se tek razmatraju početni koraci u ovoj oblasti. Takođe, dok je u mnogim zemljama došlo do zasićenja u instalisanim kapacitetima obnovljivih izvora energije, u Srbiji se naziru prve vetroelektrane i fotonaponske elektrane. S obzirom da tehnologija brzo napreduje, za očekivati je da i Srbija neće ostati izolovana u pogledu korišćenja električnih automobila, zbog imperativa u pogledu smanjenja emisije štetnih gasova koji dovode do globalnog zagrevanja i narušavanja životne sredine. Po uzoru na analize koje se vrše na evropskom i svetskom nivou, zanimljivo je razmatrati šta bi se desilo u elektroenergetskom sistemu Srbije usled integracije električnih automobila u elektrodistributivnu mrežu. S obzirom da je Srbija u zakašnjenju kad su u pitanju električni automobili, analiza je vršena do 2050. godine. Naravno, ovo su samo pretpostavke i ne sagledavaju realnu sliku da se svi automobili do 2050. zamene električnim automobilima, već imaju za cilj da se okvirno spozna red veličine o kolikoj količini energije i snage se radi.

Sledeća analiza okvirno pokazuje potrebe za dodatnom količinom energije usled potencijalne integracije električnih automobila kao novih potrošača električne energije. Analiza je rađena samo za putničke automobile. Na osnovu dostupnih podataka o broju putničkih automobila u Republici Srbiji od 2009. do 2017. godine (8), izračunata je prosečna stopa rasta broja automobila, koja iznosi 2.22%, a prema ovoj stopi rasta i broj automobila do 2050. godine. Broj vozila u n-toj godini je:

$$N_{\text{voz}}(n) = N_{\text{voz}}(0) \cdot \left(1 + \frac{p[\%]}{100}\right)^n$$

Na osnovu podataka iz dokumenta (9) gde su analizirane realne potrošnje EV, uzet je usrednjen podatak iz više izvora da automobili pređu 12770 km godišnje ili 35 km dnevno. Uz potrošnju od 21,4kWh na 100km dobija se dnevna potrošnja električnog automobila od 7,5 kWh, koja je osnov za izvedenu analizu. Na osnovu ovih parametara dobijena je procena dnevne količine energije do 2050. godine potrebne za punjenje potencijalnih električnih vozila, koja je prikazana na Slici 2. Na osnovu prethodne analize se može zaključiti da bi u 2050. godini bila potrebna znatna dodatna količina električne energije za punjenje električnih automobila.



Slika 2. Potrebna dodatna količina električne energije za punjenje električnih automobila do 2050. godine u zavisnosti od procenta električnih automobila u odnosu na ukupan broj automobila u Srbiji

MERE ZA OGRANIČENJE VRŠNE SNAGE USLED POVEĆANJA BROJA ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA

Punjenje automobila izvan vremena vršnog opterećenja

Jedan od načina za kompenzovanje vršnog opterećenja u budućnosti je punjenje električnih automobila u noćnim satima, kada je potrošnja u elektroenergetskom sistemu najmanja. Uticaj električnih vozila na elektroenergetski sistem u narednim decenijama će biti veoma značajan. Potencijalni dodatni proizvodni kapaciteti koji su potrebni da bi se obezbedilo punjenje električnih automobila mogu biti znatno smanjeni, ako se automobili pune u vremenu izvan vršnog opterećenja, naročito kada su ovi automobili parkirani preko noći. Lokalna elektrodistributivna mreža će u budućnosti biti pod velikim uticajem punjača električnih automobila. Zbog toga će mogućnost punjenja električnih automobila noću, izazvati veliki interes operatora distributivnog sistema, koji se sa razvojem obnovljivih izvora energije bore sa nepravilnostima njihove integracije na mrežu. Obnovljivi izvori energije značajno vrše pritisak na stabilnost električne mreže i moraju biti balansirani sa konvencionalnim elektranama ili pumpama.

Sledeća analiza, urađena na primeru elektroenergetskog sistema Srbije, pokazuje kako se može uticati na stagniranje rasta vršnog opterećenja, ako se punjenje baterija električnih vozila vrši u časovima kad je potrošnja u elektroenergetskom sistemu minimalna. Pretpostavljeno je da su od ukupnog broja automobila, 60% električni automobili i da se baterije pune između 21:00 i 7:00 (7-mi sat se završava u 7:00, a 22-i sat počinje u 21:00). Posmatran je karakteristican zimski dan u 2016. godini u kome se javlja najveća vrednost snage, prema Energetskim podacima elektrodistribucije, koja pored široke potrošnje domaćinstava uključuje i druge potrošače. Ovaj dijagram je prikazan na slici 3, kao i u tabeli 1.

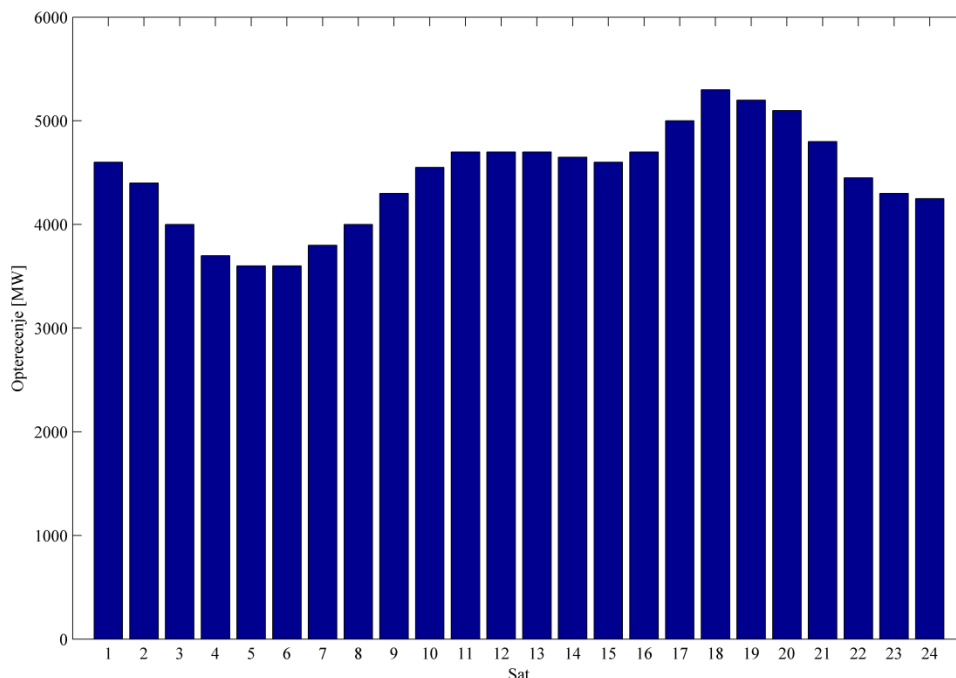
TABELA 1 - KARAKTERISTIČAN ZIMSKI DAN U EES SRBIJE

čas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P_p [MW]	4600	4400	4000	3700	3600	3600	3800	4000	4300	4550	4700	4700
čas	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_p [MW]	4700	4650	4600	4700	5000	5300	5200	5100	4800	4450	4300	4250

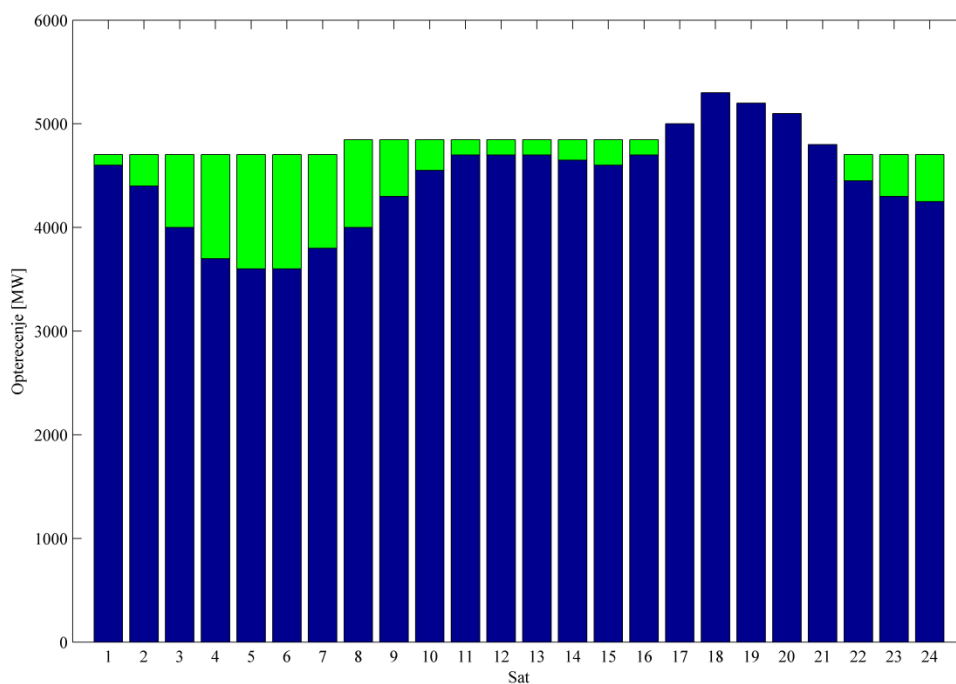
Pošto je razmatran slučaj kada se ima 60% električnih automobila, da bi se ista napunila, neophodno je svakog dana obezbediti približno 9050 MWh dodatne električne energije (izračunat podatak za 2018.godinu za dodatnu potrošnju energije sa integrisanih 60% električnih automobila). Mora se uvažiti da se neće svi električni automobili puniti u prethodno navedenom vremenskom periodu, ali se može usvojiti da približno 70% električnih vozila nije u upotrebi u ovom periodu, stoga se njihovo punjenje vrši baš tad. Uzeto je da se ostatak vozila puni u toku dana. Potrebno je električne automobile koji se pune noću raspodeliti tako da se ima što uravnoteženiji dijagram. 70% od 9050 MWh je 6335 MWh. Prvo se popunjavaju sati sa najnižom potrošnjom. Ne razmatra se vrsta i snaga punjača. Dodata je snaga 1,2,3,4,5,6,7, 22,23 i 24.-om satu tako da svi imaju potrošnju od 4600 MW. Redom, prethodno navedenim, dodaje se 0, 200,600,900,1000,1000,800,150,300 i 350 MW, što u zbiru daje 5300 MWh i ostaje da se preraspodeli još 1035 MWh, koji se raspodeljuju jednako na sve nabrojane sate, a ima ih 10, odnosno u svakom satu se još dodaje po 103.5 MWh, pa rezultujući dijagram za te sate iznosi po 4703.5 MW. Ostaje još 30% vozila koja se pune u toku dana i to iznosi 2715 MWh. Oni se smeštaju u dnevni deo dijagrama, ali nikako u sate sa maksimalnim opterećenjem. Prvo se povećava potrošnja u 8,9,10,14 i 15.-om satu, tako da iznosi 4700 MW, redom 700,400,150,50 i 100 MW (Sada će svi sati od 8. do 16. imati opterećenje 4700MW) i još ostaje da se raspodeli 1315 MWh, sto se raspodeljuje ravnopravno na sate od 8. do 16. (deli se na 9 i to je približno 146.2 MWh) tako da opterećenje u satima od 8. do 16. iznosi 4846.2 MW. Na slici 4. i u tabeli 2. je dat rezultatni dijagram opterećenja koji uvažava punjenje električnih vozila u vremenu izvan vršnog opterećenja. Rezultat ove analize predstavlja znatno uravnoteženiji dijagram opterećenja.

TABELA 2 - REZULTANTNI DIJAGRAM OPTEREĆENJA U EES SRBIJE

čas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P_p [MW]	4703.5	4703.5	4703.5	4703.5	4703.5	4703.5	4703.5	4846.2	4846.2	4846.2	4846.2	4846.2
čas	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_p [MW]	4846.2	4846.2	4846.2	4846.2	5000	5300	5200	5100	4800	4703.5	4703.5	4703.5



Slika 3. Dnevni dijagram opterećenja za karakterističan zimski dan



Slika 4. Rezultantni dijagram opterećenja sa 60% električnih automobila čije je punjenje izvan vremena večernjeg maksimuma

Korišćenje električnih automobila kao izvora energije

Pored primera smanjenja vršnog opterećenja, prethodno analiziranog na EES Srbije, u svetu se razmatraju i primenjuju i drugi načini rešavanja uticaja integracije ogromnog broja električnih vozila na elektrodistributivnu mrežu, kao što je korišćenje električnih automobila kao izvora energije, koju će oni iz svojih baterija isporučivati u mrežu. Električni automobili u budućem periodu neće biti samo vid transporta, već koristan resurs za stabilnost i

pouzdanost elektrodistributivne mreže i značajan faktor koji utiče na smanjenje potrebe za dodatnim instalisanim kapacitetima u sistemu. Električni automobili se preko punjača napajaju električnom energijom iz elektrodistributivne mreže, ali oni takođe mogu plasirati energiju u mrežu kao mobilne jedinice za skladištenje energije. Takozvana “vehicle-to-grid” (V2G) tehnologija podržava interakciju između elektrodistributivne mreže i električnih automobila, tako da energija ide iz mreže ka automobilima puneći ih, a takođe i obrnuto iz električnih vozila se injektira u mrežu. To se obavlja preko dvosmernog punjačkog uređaja, koji ne samo da obezbeđuje energiju za litijumsku bateriju, već obezbeđuje energiju sistemu u periodu velikog opterećenja mreže. Ovaj dvosmerni punjač je direktno povezan sa komunikacionim uređajem između punjačke stanice i električnog automobila (11). Porast broja električnih automobila integrisanih u mrežu daje više fleksibilnosti mreži u smislu balansiranja. Pomoću “smart” tehnologije može se upravljati ovom energijom, tako da se energija vraća u mrežu kada je najpotrebnija, to jest u vremenu vršnih opterećenja. Uštedom energije koja se vrati u mrežu, mogu se znatno umanjiti godišnji troškovi punjenja električnih automobila. Vođeni tehnologijom poboljšanja performansi i rastom potrošnje, baterijski sistemi za skladištenje električne energije su se razvijali eksponencijalno u skorašnjim godinama, tako da ne samo što se povećao radijus kretanja između punjenja, već su one postale neizbežne kod integracije obnovljivih izvora energije u elektroenergetski sistem.

Fotonaponske elektrane i “smart” uređaji za smanjenje vršnog opterećenja

Povećanje potrošnje električne energije usled značajnijeg porasta broja automobila stvara priliku širenja distribuiranih solarnih elektrana. Solarni sistemi su pored vetroelektrana jedno od najvažnijih rešenja za masovno korišćenje električnih automobila u funkciji transporta. Fotonaponske elektrane, osim što proizvode električnu energiju koja se koristi za punjenje električnih automobila, čuvaju čovekovu okolinu zato što proizvode čistu energiju bez štetnih emisija. To što solarna elektrana ne proizvodi energiju 24 časa, može se prevazići skladištenjem energije u baterije, koje se pune danju dok solarna elektrana radi, a koriste kad je to potrebno sistemu. Punjenje električnih automobila danju omogućava prelaženje većih razdaljina tokom dana, kao i veću upotrebu električnih vozila. Najveći benefiti se dobijaju kombinovanjem solarnih proizvodnih jedinica i kontrolisane punjačke tehnologije električnih vozila. Upravljanje punjenjem električnih vozila iz distribuiranih solarnih sistema pomoću „smart“ tehnologije mogu se eliminisati dnevna vršna opterećenja sistema, integrisati višak proizvedene solarne energije i izravnati dnevni dijagram opterećenja(12). Mnoga domaćinstva se danas oslanjaju na energiju iz obnovljivih izvora u cilju da postanu nezavisni od javnog snabdevanja energijom. U poslednje vreme se promovise električna energija iz privatnih solarnih sistema za napajanje el.automobila, preko SMARTFOX inteligentnih regulatora potrošnje, koji su jednostavni i ekonomični i koji upravljaju potrošnjom solarne elektrane i kontrolišu punjenje električnih automobila preko SMARTFOX punjača, koji komuniciraju sa „smart“ punjačkim stanicama i šalju samo toliko energije koliko je potrebno električnom automobilu.

ZAKLJUČAK

U radu je analiziran aspekt masovnog korišćenja električnih automobila u Republici Srbiji po analogiji na međunarodne trendove promovisanja ekološki čistog vida transporta. S obzirom na imperativ smanjenja emisija štetnih gasova u cilju smanjenja globalnog zagrevanja, u zadnjih nekoliko godina došlo je do rapidnog razvoja i proizvodnje električnih automobila. Nema sumnje da masovna upotreba električnih vozila dovodi do velike potrošnje električne energije i velikog skoka vršne snage, koji iziskuje dodatne instalisane kapacitete. Kako bi se zadovoljili ekološki aspekti, logično je da se ova nedostajuća energija obezbeđuje iz obnovljivih izvora energije, koji su u velikoj ekspanziji u celom svetu, a posebno iz energije vetra i sunca. Kao što se vidi iz analiza, sprovedenih na evropskom i svetskom nivou za vodeće zemlje Evrope i sveta, dodatna energija koja je potrebna za punjenje električnih automobila je značajno velika. U radu je izvršena analiza u cilju sagledavanja okvirnih potreba za dodatnom energijom i snagom u elektroenergetskom sistemu Republike Srbije, ako bi se do 2050. godine, sukcesivno po 20% povećavao udeo električnih automobila u ukupnom broju automobila, sve do 100%, kada bi svi

automobili bili električni. Sve ovo nisu realne pretpostavke, s obzirom da je naša zemlja u značajnom zaostatku, kako po količini energije iz obnovljivih izvora, tako i po progresu električnih automobila i prateće infrastrukture. Na osnovu dobijenih rezultata, porast električne energije u 2050. godini za punjenje 20% električnih automobila je 6,1%, za 40% električnih automobila 12,2%, za 60% električnih automobila 18,3%, za 80% električnih automobila 24,4% i za 100% električnih automobila je 30,5%. Na prvi pogled, potrebna dodatna količina energije je fascinantna i kod nas i u svetu, ali već se uveliko nalaze rešenja za ove probleme. Postoji nekoliko rešenja za stagniranje rasta vršnog opterećenja, kao što je punjenje električnih automobila izvan vremena maksimalnih opterećenja, kada je potrošnja u sistemu minimalna, a proizvodnja iz vetroelektrana velika, korišćenje solarne energije za punjenje električnih automobila, skladištenje solarne energije u baterije, korišćenje električnih vozila za vraćanje energije u mrežu i to uz automatizaciju svih ovih rešenja pomoću "smart" tehnologija. Na osnovu ovoga se može zaključiti da električni automobili i pored ogromne potrebe za dodatnom energijom ipak imaju budućnost.

LITERATURA

1. <http://www.automostory.com/first-electric-car.htm>
2. <http://www.irena.org/publications/2017/Feb/Electric-vehicles-Technology-brief>.
3. Amsterdam Roundtable Foundation and McKinsey & Company The Netherlands April 2014 Designed by: VME © Amsterdam Roundtable Foundation
4. <http://www.irena.org/publications/2017/Feb/Electric-vehicles-Technology-brief>.
5. Roger Andrews, 2016, How much more electricity do we need to go to 100% electric vehicles?
6. HEVCars-Электрические и гибридные автомобили в Украине и мире, <https://hevcars.com.ua/reviews/top-elektromobiley-i-evropeyskih-stran-po-rostu-prodazh-v-2017-godu/>
7. GLOBAL ENERGY TRANSFORMATION REmap is IRENA's roadmap/
<http://www.irena.org/publications/2017/publications/2017/Feb/Electric-vehicles-Technology-brief>
8. Republika Srbija, Republički zavod za statistiku, 2017, Saopštenje CB21, Statistika saobraćaja i telekomunikacija
9. www.elektromobilitaet.org/media/media/resultsdocumentsen/Results_Document_No_6_Data_about_energy_consumption_and_range_of_electric_vehicles.pdf
10. EPS distribucija, Energetski podaci 2016.
11. Artur Napierala, Erik Blasius, Michael Nickuscha, Hans-Jürgen Schönrahtb, Johannes Reichb, Denny Krügerb, Ralf Binnenbruckb, 2013, Investigation of electric vehicle grid support capability
12. NREL- National Renewable Energy Laboratory of the U.S. Department of Energy, office of Energy Efficiency and Renewable Energy, operated by the Alliance for Sustainable Energy, LLC. Golden, Colorado-Distributed solar photovoltaics for electric vehicle charging