

VPLIV RAZVOJA ELEKTROMOBILNOSTI NA DISTRIBUCIJSKO OMREŽJE DRUŽBE ELEKTRO MARIBOR

Boris SOVIČ, Božidar GOVEDIČ

POVZETEK

K zmanjšanju izpustov ogljikovega dioksida in ostalih vplivov na okolje, vključno z zmanjševanjem delcev PM_{10} in $PM_{2,5}$, lahko pripomoremo z uporabo čistih, alternativnih goriv v prometu, pri čemer je lahko razvoj elektromobilnosti ključnega pomena.

Trendi razvoja elektromobilnosti predvidevajo postopno povečevanje števila električnih vozil (EV), pri čemer je predpogoj za večji razmah EV tudi zadostno število polnilnih postaj.

Razmah elektromobilnosti je v veliki meri odvisen od razvoja EV, uravnoteženih vzpodbujevalnih ukrepov, vzpostavitve regulatornega okvirja, razvoja poslovnih modelov in iniciative lokalnih skupnosti.

Distribucijsko elektroenergetsko omrežje mora biti pripravljeno za morebitno nenadno povečanje števila EV oziroma na zgoščeno penetracijo polnilnih mest. Predvsem povečanje konične moči ima velik vpliv na razvoj distribucijskega omrežja in uvajanje koncepta pametnih omrežij (Smart Grids).

ABSTRACT

The use of clean, alternative fuels for transport and development of electromobility can have significant influence on the reduction of carbon dioxide emissions and other environmental impacts, including the reduction of PM_{10} and $PM_{2,5}$ emissions.

Development trends of electromobility envisage a gradual increase in the number of electric vehicles (EV). Prerequisite is sufficient number of EV charging stations.

The expansion of electromobility largely depends on development of the EV, balanced incentive measures, regulatory framework, development of business models and local communities initiatives.

Electricity distribution network must be prepared for large scale of EV penetration and increased number of charging stations. In particular, an increase in peak power has great influence on the development of the distribution network and introduction of the Smart Grids concept.

1. OKOLJE IN ELEKTROMOBILNOST

1.1 Sektor prometa je največji porabnik končne energije

V času vse večjih potreb po energiji in naraščajočega vpliva lokalnega in globalnega onesnaževanja na okolje in prebivalstvo je učinkovita raba energije ključnega pomena za zagotavljanje boljših življenjskih pogojev sedanjim in bodočim generacijam. Sektor prometa je največji porabnik končne energije in eden večjih onesnaževalcev okolja, kar posredno ali neposredno vpliva na življenje vsakega posameznika v sodobni družbi.

Leta 2010 je v Sloveniji, po ocenah ministrstva pristojnega za energijo, delež prometa v skupni končni rabi energije presegal 38 %. Znotraj prometnega sektorja je s 97 % daleč največji porabnik cestni promet. Prometni sektor je drugi (za energetiko) največji sektor po izpustih toplogrednih plinov in edini, pri katerem izpusti močno naraščajo. Izpusti prometnega sektorja so v letu 2000 predstavljali 20 % vseh izpustov, v letu 2005 22 %, v letu 2009 pa so presegli 27 % vseh izpustov v Sloveniji. Od tega veliko večino (99 %) prispeva cestni promet.

Brez korenitih sprememb na področju mobilnosti zastavljenih globalnih ciljev o zniževanju rabe energije in omejevanju emisij škodljivih snovi v okolje ne bo mogoče doseči. Potencial prehoda na okolju prijazne oblike mobilnosti kot so kolesarjenje, pešačenje in uporaba javnega prevoza je pri tem daleč prešibek, da bi lahko izničil posledice hitro naraščajočega prometa z osebnimi vozili tako na svetovni ravni kot v Sloveniji. Za izničenje negativnih učinkov večjega števila vozil in z njimi prevoženih kilometrov je treba bistveno zmanjšati porabo energije in izpuste na prevožen kilometer – to pa je mogoče le z novimi tehnologijami oziroma novimi oblikami mobilnosti [1].

1.2 Trajnostna in okolju prijazna mobilnost - elektromobilnost

Uporaba električnih vozil prinaša učinkovitejšo izrabo energije v cestnem prometu. Električna vozila obenem občutno zmanjšujejo izpuste toplogrednih plinov (ob trenutni strukturi proizvodnje električne energije v Sloveniji so emisije CO₂ baterijskega električnega vozila približno 3-krat nižje kot pri vozilu na bencinski pogon), prašnih delcev in drugih onesnaževalcev.

Ob trenutnem stanju tehnologije so motorna kolesa, osebni avtomobili in lahka dostavna vozila že primerni za množični prehod na električni pogon. Leta 2010 so v Sloveniji te vrste vozil predstavljale 85 % vseh motornih vozil v cestnem prometu, njihova poraba goriv (v tonah) je znašala 73,5 % porabe v cestnem prometu, delež izpustov CO₂ pa 73,9 %. Omenjeni deleži so dokaz, da lahko elektromobilnost na osnovi že razvitih tehnologij igra pomembno vlogo pri varovanju okolja in zagotavljanju trajnostne rabe energije.

Prednost električnih vozil pri drugih emisijah, predvsem pri NO_x in trdnih delcih, je v **ničnem lokalnem onesnaževanju**. Prebivalci v slovenskih mestih so izpostavljeni

prekomernemu onesnaženju z NO_2 in delci PM_{10} , ki v veliki meri izvirajo iz prometa. Prekomerna onesnaženost z delci PM_{10} je eden najbolj perečih okoljskih problemov, zaradi česar je Evropska komisija v letu 2010 proti Sloveniji sprožila postopek na Sodišču EU zaradi kršitve okoljske zakonodaje. Onesnaževanje zraka z NO_x in trdnimi delci je pri električnih vozilih (EV) posredno. Nastaja ob proizvodnji električne energije, kjer pa je emisije mogoče nadzorovati bolj učinkovito kot pri lokalnih virih onesnaževanja (motorji z notranjim zgorevanjem). Električna vozila so tudi bistveno manj hrupna kot vozila z motorji z notranjim zgorevanjem [1].

1.3 Pametna mesta in elektromobilnost

Koncept pametnih mest (Smart Cities) vključuje tudi pametno mobilnost s ciljem izboljšanja kakovosti bivanja. Uporaba električnih vozil prinaša nično lokalno onesnaževanje s CO_2 in trdnimi delci ter bistveno nižjo obremenitev s hrupom kot uporaba konvencionalnih vozil.

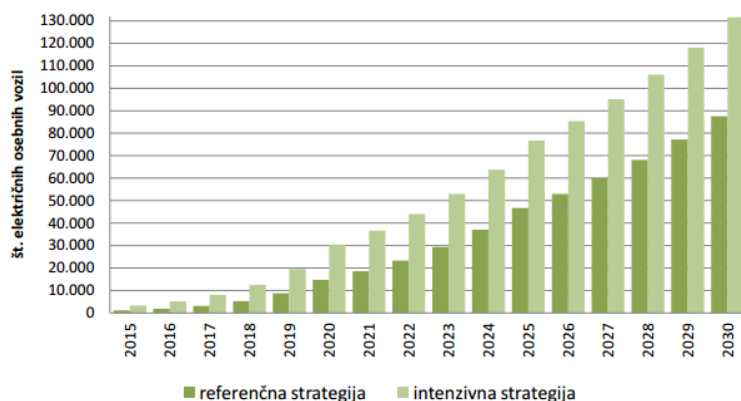
2. RAZVOJ ELEKTROMOBILNOSTI

2.1 Strateška usmeritev Evropske unije

Razvoj elektromobilnosti je prepoznana kot strateška usmeritev Evropske unije. Podpredsednik Evropske komisije in komisar za promet Siim Kallas je povedal: "Razvijanje inovativnih in alternativnih goriv je logična pot do večje gospodarnosti z viri, zmanjšanju prevelike odvisnosti od nafte in razvoju prometne industrije, ki se bo sposobna odzvati na zahteve 21. stoletja. Kitajska in Združene države Amerike načrtujejo, da bo na njihovih cestah do leta 2020 več kot šest milijonov električnih vozil. To je velika priložnost za Evropo, da okrepi svoj položaj na hitro rastočem svetovnem trgu" [2].

2.2 Napoved števila električnih vozil

Napoved števila EV v Sloveniji do leta 2020 (2030) je izredno negotova. Negotovost je pogojena z gospodarskimi gibanji v prihodnjem obdobju, strategijo proizvajalcev EV, politiko cene fosilnih goriv ... Predvidevanja v okviru Nacionalnega energetskega programa (NEP) [4] in Javne agencije Republike Slovenije za energijo (JARSE) [1] bistveno odstopajo od napovedi EU [3].

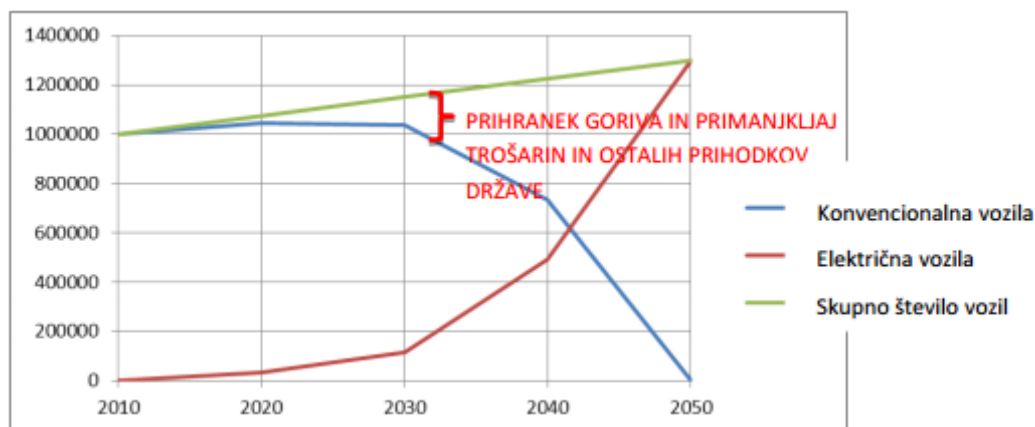


Slika 1: Rast števila EV v odvisnosti od strategije (NEP)

Preglednica 1: Število vozil v letih 2015, 2020, 2030 (NEP)

Vrsta vozila	2015	2020	2030
Vsa osebna vozila	1.000.000	1.150.000	1.300.000
Priključna hibridna EV	10.000	46.000	163.800
Baterijska EV	3.000	31.050	132.600

Napoved regulatorja JARSE do leta 2050 se deloma razlikuje od predvidevanj osnutka NEP, obenem pa opozarja na problem zmanjšanja prihodkov države (trošarine) ob zdajšnji regulativi.



Slika 2: Prihranek goriv in primanjkljaj trošarin in ostalih prihodkov države

2.3 Izgradnja polnilne infrastrukture

V skladu s strategijo Evropske unije [3] je cilj zagotoviti kritično maso napajalnih postaj, ki bodo spodbudile množično proizvodnjo vozil po dostopnih cenah.

Število električnih napajalnih postaj in prognoza števila električnih vozil do 2020 se po EU zelo razlikuje. Po predlogu bo morala vsaka država članica postaviti minimalno število javnih napajalnih postaj z enotnim vtičem (število javno dostopnih napajalnih postaj predstavlja 10 % skupnega števila napajalnih postaj).

Preglednica 2: Število polnilnih postaj in električnih vozil do leta 2020

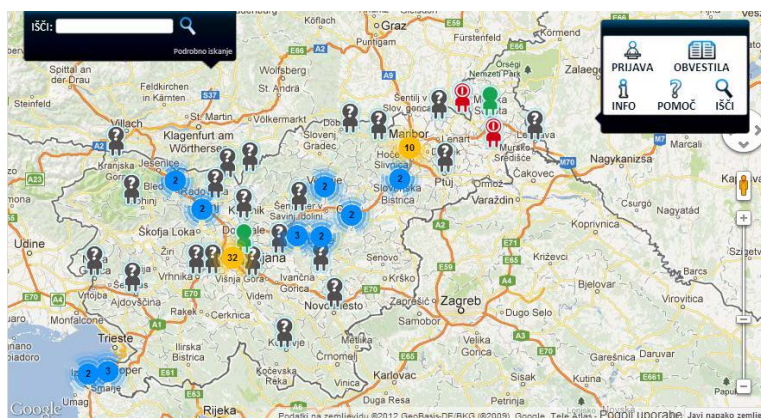
Država EU	Predlagani cilji javno dostopne infrastrukture do leta 2020	Obstoječe število napajalnih postaj leta 2011	Načrtovano število električnih vozil do leta 2020
Nemčija	150.000	1.937	1.000.000
Italija	125.000	1.350	130.000 (do 2015)
Velika Britanija	122.000	703	1.550.000
Francija	97.000	1.600	2.000.000
Španija	82.000	1.356	2.500.000
Švedska	14.000	-	600.000
Grčija	13.000	3	-
Avstrija	12.000	489	250.000
Portugalska	12.000	1.350	200.000
Madžarska	7.000	7	-
Litva	4.000	-	-
Slovenija	3.000	80	14.000
Latvija	2.000	1	-

Omeniti je potrebno, da javne polnilne postaje predstavljajo približno 10 % vseh polnilnih mest, večina uporabnikov EV bo le-te polnilo doma.

2.4 Elektro Maribor in elektromobilnost

Družba Elektro Maribor je v ospredju prizadevanj za elektromobilnost v Republiki Sloveniji. Smo prva družba, ki je v začetku leta 2011 kupila velikoserijski električni avto. Postavili smo več klasičnih (počasnih) polnilnih postaj, med drugim v Mariboru, Murski Soboti in Lendavi ter v začetku 2012 tudi prvo hitropolnilno postajo v Sloveniji.

Počasne polnilne postaje (z izjemo Lendave) najdemo tudi na spletnih straneh, ki prikazujejo polnilne postaje v Sloveniji kot so www.polni.si, www.polnilne-postaje.si, www.elektro-crpalke.si.



Slika 3: Slika polnilnih postaj na spletu

Elektro Maribor sodeluje tudi v pilotnem projektu Evropske unije ICT4 EVEU. Namen projekta je izboljšati uporabniško izkušnjo tako, da je omogočena storitev gostovanja (roaming) in v nadaljevanju tudi plačila porabljene električne energije (billing) uporabnikom na celotni polnilni infrastrukturi v Sloveniji in širše. Pogoji za izvedbo teh storitev so pametne polnilne postaje (omogočena mora biti identifikacija in verifikacija uporabnika) povezane v nadrejeni center upravljanja polnilnih postaj (CUPI) ter krovni portal, v katerega se vključujejo posamezne CUPI.

V sodelovanju z Dravskimi Elektrarnami Maribor smo postavili pametne polnilne postaje še v Radvanju, Slovenski Bistrici, Ptuj, Ljutomeru in Gornji Radgoni in jih vključili v CUPI DEM.

3. VZPOSTAVITEV POGOJEV ZA RAZMAH ELEKTROMOBILNOSTI

3.1 Razvoj električnih vozil

Da bi električna vozila postala konkurenčna je ključnega pomena njihov dovolj velik doseg (vsaj 120 do 150 km; npr. razdalja Maribor – Ljubljana) in dostopna cena vozil (primerljiva s ceno konvencionalnih v posameznem segmentu vozil).

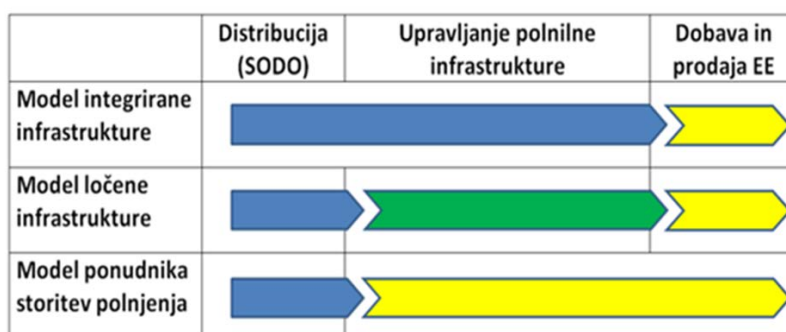
Izpostavljena ključna izziva vplivata na celotno zasnovo in oblikovanje EV, še posebej pa na razvoj napajalnega sklopa (polnjenje baterij, zamenjava baterij, indukcijsko polnjenje) in pogonskega sklopa (izvedba električnega pogona).

3.2 Vzpostavitev regulativnega okvira in razvoj poslovnih modelov

Za ureditev odnosov oziroma stanja na področju elektromobilnosti je potrebna sprememba relevantne zakonodaje, predvsem jasna določitev akterjev in njihovih vlog, kar je predpogoj za razvoj poslovnih modelov.

Preglednica 3: Identifikacija potrebnih sprememb zakonodaje [1]

Aktivnost/ukrep	Odgovorni deležnik	Prioriteta	Ciljna vsebina/rezultat
Posodobitev in uveljavitev Soglasja za priključitev na distribucijsko omrežje (SPDO) in Sistemskih obratovalnih navodil distribucijskega omrežja (SONDO)	SODO	Visoka	Priključevanje, obratovanje polnilnih postaj, zagotavljanje zanesljivosti itd.
Posodobitev in uveljavitev Pravil za delovanje organiziranega trga in Pravil za izvajanje izravnalnega trga	Borzen		Proces bilančnega obračuna, kdo lahko sodeluje na izravnalnem trgu
Posodobitev akta za določitev in obračun omrežnine, izdaja soglasij in mnenj na posamezne akte + bilateralni ukrepi za spodbujanje pravočasnih sprememb zakonodaje	AGEN-RS	Srednja	Tarife, metodologija obračuna omrežnine, regulacija kakovosti oskrbe, spodbude
Posodobitev Energetskega zakona (EZ)	MzIP		Določitev obvez in morebitnih spodbud
Posodobitev in uveljavitev SPDO in SONDO, sodelovanje pri posodobitvi pravil za delovanje izravnalnega trga, problematika sistemskih storitev	SOPO		Zagotavljanje zanesljivosti, oblikovanje produktov za zakup sistemskih storitev itd.
Posodobitev Nacionalnega energetskega programa (NEP)	MzIP	Nizka	Strategije, cilji uvajanja elektromobilnosti



Slika 4: Poslovni modeli polnjenja EV [1]

Vzpostavljena pravila (zakonodaja) morajo biti takšna, da omogočajo razvoj različnih poslovnih modelov (tudi takšnih, katerih učinki so lahko vidni šele v fazi razmaha elektromobilnosti) in so lahko razvojna priložnost za slovenske proizvajalce / razvijalce.

3.3 Uravnoveženje vzpodbujevalnih ukrepov

Trenutni vzpodbujevalni ukrepi so omejeni na subvencioniranje nakupa električnega vozila. Zelo verjetno bodo s sprejetimi zavezami v zvezi z razvojem elektromobilnosti vzpostavljeni tudi drugi mehanizmi ali vzpodbude, ki pa ne bi smele biti diskriminatorne (npr. subvencioniranje električne energije za EV iz dodatka k reguliranem delu omrežnine, ker bi le-to prizadelo vse odjemalce) do ostalih (socializacija stroškov).

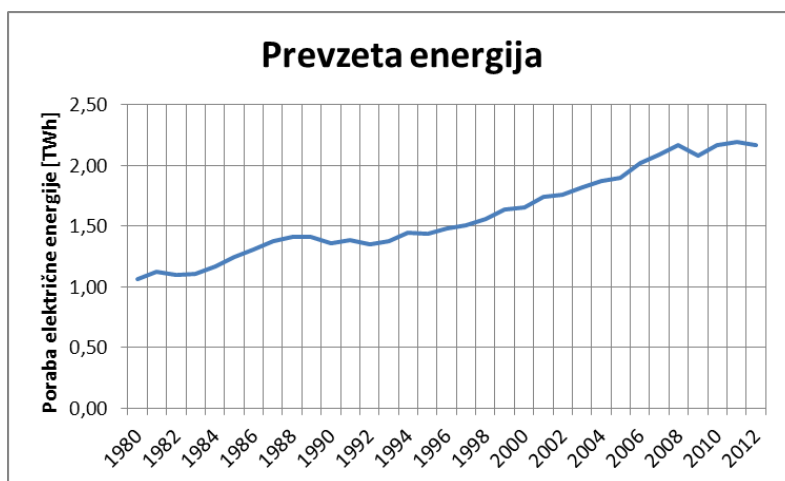
3.4 Iniciativa lokalne skupnosti

Predvsem večje lokalne skupnosti morajo zaradi relativno visokih imisijskih vrednosti v urbanih središčih razmišljati o omejitvah v prometu oziroma ukrepih za zmanjšanje negativnih vplivov (omejitev emisij PM_{10} , dušikovih oksidov in prizemnega ozona), kar lahko dosežemo tudi z elektromobilnostjo in implementacijo ostalih gradnikov koncepta Smart City.

4. VPLIV RAZVOJA ELEKTROMOBILNOSTI NA DISTRIBUCIJSKO OMREŽJE ELEKTRA MARIBOR

4.1 Odjem električne energije in konična moč na področju Elektra Maribor

Kot je razvidno iz slike 5 je poraba oziroma odjem električne energije v obdobju od leta 1980 v konstantnem porastu. Izjema je zadnje obdobje, saj se je poraba v letu 2012 glede na leto 2011 zmanjšala za 1,4 %, kar je posledica negativne gospodarske rasti.



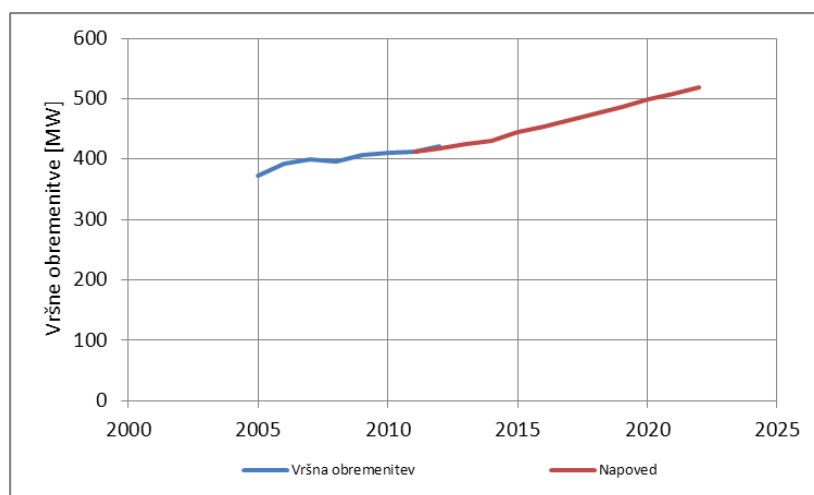
Slika 5: Prevzeta energija Elektro Maribor v letih 1980 – 2012

Medtem ko poraba pada, konična obremenitev raste. To je posledica povečevanja obremenitve obstoječih na omrežje priključenih uporabnikov omrežja (odjemalcev in proizvajalcev) in priključevanja novih. Ob spremembah v dinamiki gospodarske aktivnosti so na rast vršne obremenitve pomembno vplivali tudi klimatski dejavniki; v letu 2012 na primer nizke februarske temperature. Konična moč je od leta 2005 dalje rasla po povprečni stopnji 2,2 % letno.



Slika 6: Konična obremenitev Elektro Maribor v letih 1980 - 2012

Prav tako se tudi v prihodnje pričakuje porast trend porasta konične moči:



Slika 7: Predviden trend porasta konične moči Elektro Maribor 2012 - 2022

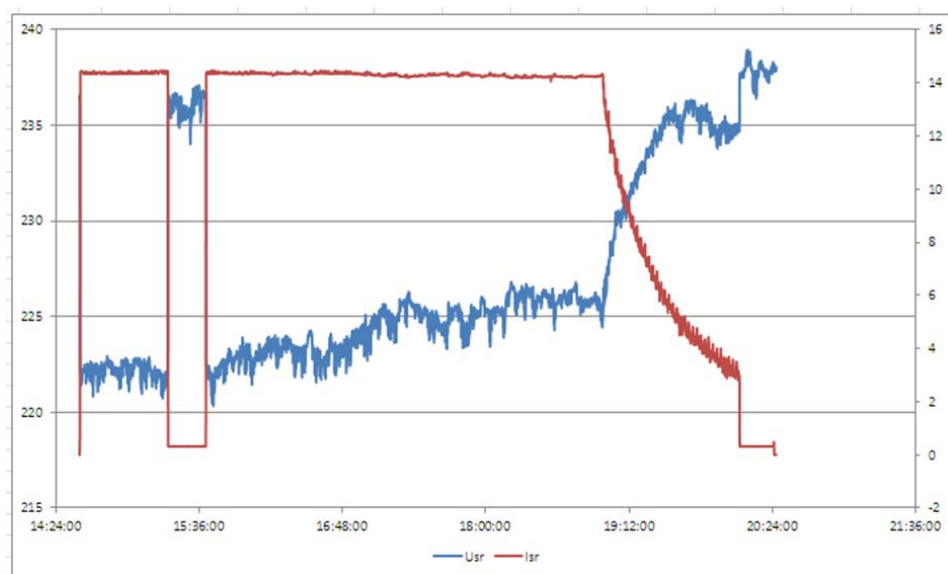
4.2 Karakteristike polnilnih postaj

Počasi in hitro polnilne postaje se razlikujejo po moči polnjenja (3,7 kW; 50 kW) oziroma polnilnem toku (16 A AC; 120 A DC), ki vplivata na potreben čas polnjenja (5-6 ur, 30 min do 80 %).

Preglednica 4: Električne karakteristike polnilnih postaj Elektro Maribor

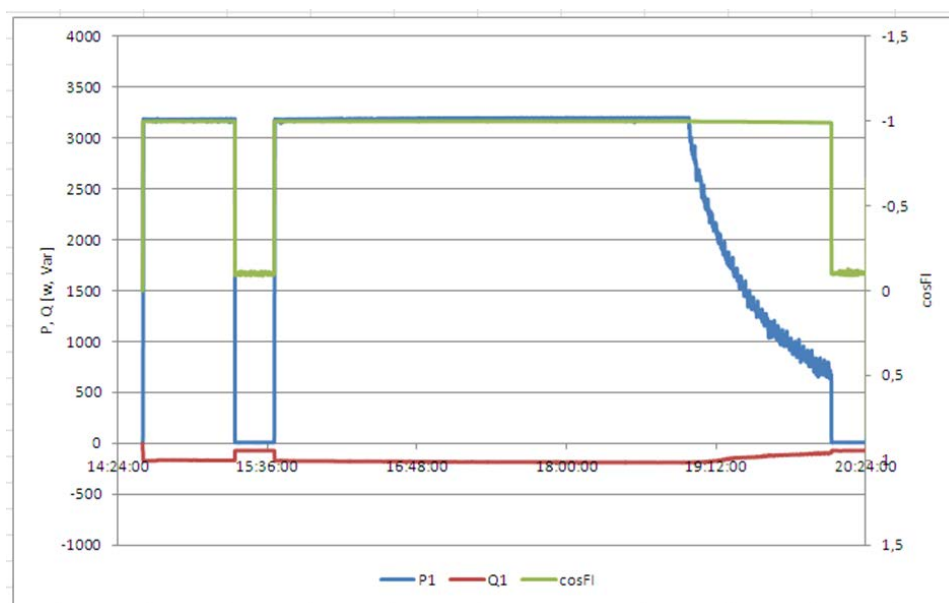
	Počasi polnilna postaja	Hitro polnilna postaja
Tip vtičnice	Vtičnica z zaščitnim kontaktom (šuko) z mikro stikalom	JEVS G105
Število faz:	1 faza AC (230 V AC)	3 faze AC (400 V AC)
Maksimalna moč:	3,7 kW	50 kW
Maksimalni tok napajanja:	16 A AC	120 A DC
Tip števca električne energije:	Certificiran števec z DLMS protokolom	
Električna zaščita vtičnice:	Diferenčna zaščita	Pretokovna, kratkostična
Stopnja zaščite IP:	IP 54	IP 54

V nadaljevanju je razviden polnilni cikel EV Mitshubishi eMiev (18. 2. 2013). Enofazno polnjenje je trajalo približno 6 ur, porabljena (akumulirana) energija 14,6 kWh, konična moč 3,2 kW.



Slika 8: Proces polnjenja EV (U, I)

Iz meritev delovne in jalove moči je razvidno, da usmernik v vozilu Mitshubishi porablja delovno moč, jalova moč je izredno majhna in kapacitivnega karakterja ($\cos\varphi = -0,999$):

Slika 9: Proces polnjenja EV (P, Q, $\cos\phi$)

5. ZAKLJUČEK

Ob optimističnem predvidevanju bi število električnih vozil (EV) v Sloveniji do leta 2020 naraslo na 31.000 (predvidevanja EU 14.000). Sklepamo lahko, da bo gostota električnih vozil naraščala hitreje na področju osrednjeslovenske regije, ki dosega 130-140 % povprečja BDP [5] in temu ustrezno počasneje na področju, ki ga pokriva Elektro Maribor. Na področju družbe Elektro Maribor lahko ob navedenih predpostavkah pričakujemo 8.500 EV (oziroma 4.000 po napovedi EU).

Večina polnilnih postaj bo predvidoma obratovala s konično močjo 3,2 kW (polnjenje doma – gospodinjstvo), kar bi v primeru istočasnega polnjenja pomenilo konično moč 27,2 MW (oziroma 12,8 MW upošteva napoved EU).

Če upoštevamo trend rasti konične moči, lahko predvidevamo, da se bo le-ta v obdobju 2012 - 2020 povečala za 104 MW. Velika verjetnost je, da povečanje števila EV ne bo vplivalo na povečanje konične moči, zaradi prerazporeditve porabe (polnjenje v času NT, dinamično tarifiranje).

Do povečanja konične moči lahko pride na delu omrežja, kjer bo večja koncentracija polnilnih postaj oziroma EV. V primeru javnih in polzasebnih postaj bodo z izdajo Soglasja za priključitev na distribucijsko omrežje predpisani ustrezni pogoji (ojačitev transformacije, ojačitev omrežja, zamenjava glavnih varovalk). Problem se lahko pojavi pri polnjenju EV doma, saj v večini primerov ne bo potrebno povečanje priključne moči posameznega gospodinjstva.

6. VIRI

- [1] JARSE, "Elektromobilnost", Posvetovalni dokument, 2012
- [2] Evropska komisija, Nova strategija EU za čista goriva, Sporočilo za medije, 2013
- [3] European Commission, Clean Power for Transport: A European alternative fuels strategy, 2013
- [4] MG, Nacionalni energetske program za obdobje do leta 2030, Osnutek, 2011
- [5] Statistični urad republike Slovenije, Regionalni bruto domači proizvod 2000-2010

NASLOV AVTORJEV

mag. Boris Sovič, univ. dipl. inž. el., boris.sovic@elektro-maribor.si

Božidar Govedič, univ. dipl. inž. el., bozidar.govedic@elektro-maribor.si

Elektro Maribor, Podjetje za distribucijo električne energije d. d.

Vetrinjska ulica 2, 2000 Maribor