

## **RAZVOJ OSNOVNE JAVNE INFRASTRUKTURE HITRIH POLNILNIC NA AVTOCESTNEM KRIŽU - PODROČJE ELEKTRO MARIBOR**

Boris SOVIČ, Božidar GOVEDIČ, Franc TOPLAK

### **POVZETEK**

*Razvoj osnovne javne infrastrukture hitrih polnilnic na avtocestnem križu je ključnega pomena za širšo uporabo električnih vozil.*

*Hitro polnilne postaje, odvisno od števila hitrih polnilcev in lokacije umestitve, zahtevajo ojačitev elektroenergetskega omrežja in s tem povezane investicijske stroške.*

### **DEVELOPMENT OF BASIC PUBLIC INFRASTRUCTURE FAST CHARGERS ON HIGHWAY CROSS – AREA ELEKTRO MARIBOR**

### **ABSTRACT**

*Development of basic public infrastructure of fast charging stations along the motorway network is crucial for the wider use of electric vehicles.*

*Fast charging stations, depending on the number of quick chargers and location of placement, require reinforcement of the electricity network and the associated investment costs.*

## **1. ZAKONODAJA IN REGULATORNI OKVIR**

### **1.1 Energetski zakon EZ-1**

V drugem delu leta 2014 sprejetega Energetskega zakona (1), kjer je obravnavana električna energija, je v IV. poglavju opredeljena distribucija in takoj na začetku prvega oddelka, kjer je definirana gospodarska javna služba dejavnost distribucijskega operaterja, je v 78. členu med nalogami gospodarske javne službe v 9. odstavku navedeno:

*(9) Distribucijski operater je zadolžen za razvoj osnovne javne infrastrukture hitrih polnilnic cestnih vozil na električni pogon na avtocestnem križu.*

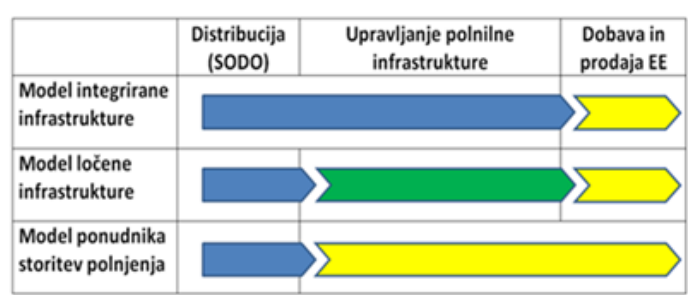
V VI. poglavju z naslovom obnovljivi viri energije je v 382. členu, ki govori o poročanju o prodaji goriv in električne energije v prometu v 2. odstavku navedeno še:

*(2) Upravljalci oziroma lastniki javnih parkirišč in parkirišč, ki so dostopna javnosti, ter parkirišč stavb organov javnega sektorja, ministrstvu, pristojnemu za energijo, poročajo o številu priključnih mest za električna vozila in o količini električne energije, ki je bila porabljena na teh polnilnih mestih.*

## 1.2 Regulatorni okvir

Izhodiščno mnenje Agencije za energijo je, da polnilna infrastruktura ni del regulatorne baze sredstev (ni energetska infrastruktura in se ne financira iz gospodarske javne službe SODO). (3)

Agencija za energijo prav tako ugotavlja, da zakonodajalec z vsebino 78. člena EZ-1 določa model integrirane infrastrukture:



Slika 1: Poslovni modeli polnjenja EV [2]

Ob takšnem modelu Agencija opozarja na probleme, ki lahko nastopijo:

- socializacija stroškov izgradnje in upravljanja,
- visoke omrežninske postavke nove odjemne skupine,
- porazdelitev omrežnine za potrebe obračuna za posameznega uporabnika,
- izbira dobavitelja ni mogoča.

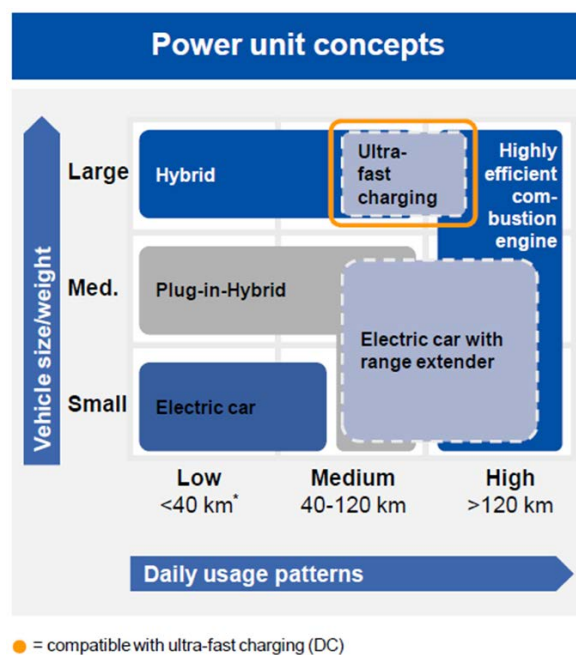
Ureditev ni povsem skladna s sedaj veljavnimi pravili oziroma povzroča dodatne stroške za porabnike. Navedene probleme je mogoče odpraviti z vključitvijo javne polnilne infrastrukture na AC križu v regulatorno bazo sredstev. Agencija z ozirom na nove okoliščine (nov zakon EZ-1, razvoj eMobilnosti) odpira nov cikel posvetovanja (maj 2014), pri čemer bi morebitne spremembe uveljavili v novem regulativnem obdobju 2016 – 2018. (3)

## 2. KONCEPTI ELEKTRIČNIH VOZIL IN POLNILNE INFRASTRUKTURE

### 2.1 Koncepti električnih vozil

V drugem desetletju 21. stoletja prihaja do intenzivne elektrifikacije pogonskih sklopov motornih vozil. Praktično vsi pomembnejši proizvajalci avtomobilov imajo ali pravkar uvajajo poleg hibridov tudi povsem električna vozila.

Kljub temu, da se število električnih vozil povečuje, še ni moč napovedati, kdaj bodo optimistične napovedi izpred nekaj let o na primer milijonu električnih vozil v Zvezni republiki Nemčiji do leta 2020 (podobno optimistične ocene so na pragu drugega desetletja prihajale tudi iz drugih držav) tudi dejansko uresničene.



Slika 2: Težja/večja električna vozila in večje razdalje pogojujejo super hitro polnjenje [4]

Različna namembnost vozil, predvsem s stališča dnevnega dosega definira »električnost in velikost vozila ter dovolj zmogljivo polnilno infrastrukturo.

### 2.2 Koncepti polnilne infrastrukture

Eden od pogojev za večjo penetracijo električnih vozil je vsekakor primerna polnilna infrastruktura. V tem prispevku bo skladno z opredelitvijo v EZ-1 obravnavana infrastruktura hitrih polnilnic na avtocestnih postajališčih.

Namembnost uporabe električnih vozil in njihov doseg vpliva na vrsto polnilnic (normalne/počasne, hitre) oziroma koncepte polnilne infrastrukture. Na avtocestah so, tako pa definira tudi EZ-1, potrebne predvsem hitropolnilne postaje.

|               | Short Distance                                                                                       | Mid Distance                                                                                              | Long Distance                                                                                           |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Length        |                     |                          |                       |
| Charging type | Office charging<br> | Destination charging<br> | Pathway charging<br> |
| Charger type  | Normal                                                                                               | Semi-fast or fast                                                                                         | Fast                                                                                                    |
| Charging Site | Home/Office                                                                                          | Urban area (Super Market, Mall, Restaurant, Parking Lot or Gas station in city)                           | Inter city / National network (Service Area, Gas station)                                               |

Slika 3: Na avtocestah so neobhodne hitre polnilne postaje [5]

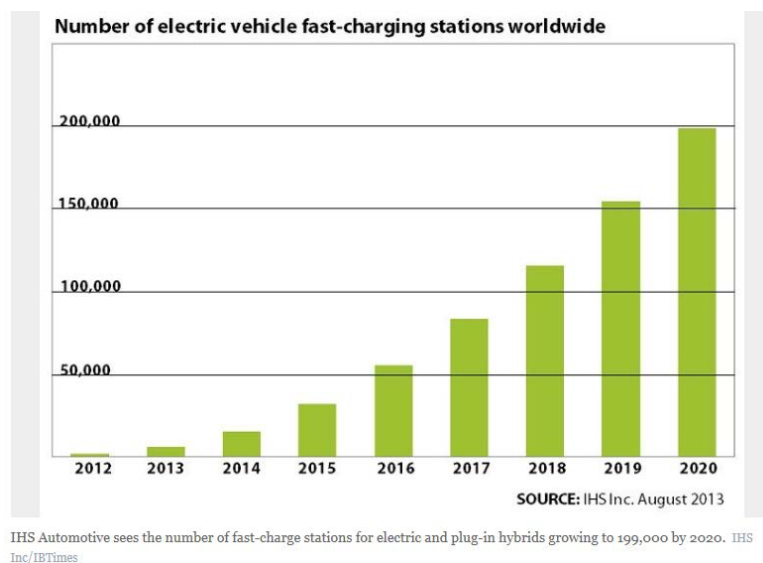
### 3. RAZVOJ INFRASTRUKTURE HITRIH POLNILNIC

#### 3.1 Prednosti hitrega polnjenja

Možnost hitrega polnjenja pomembno vpliva na širšo uporabo električnih vozil. Z razpoložljivo tehnologijo je že možno zmanjšati polnilni čas iz vsaj štirih ur tudi na 20 minut. Delno hitro polnjenje tako ne traja bistveno dlje kot točenja goriva pri avtomobilih z motorji z notranjim zgorevanjem.

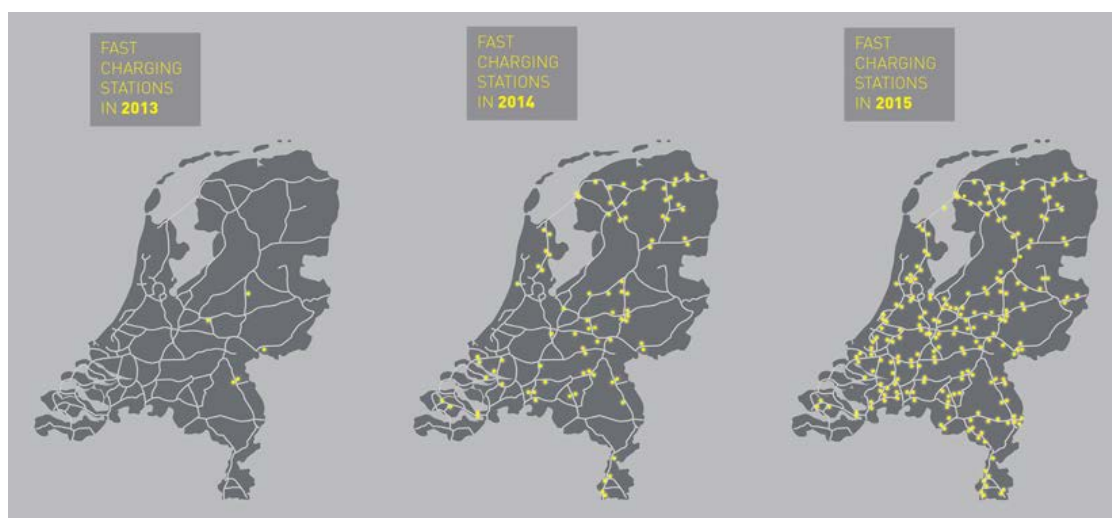
#### 3.2 Rast števila polnilnic

International Business Times navaja, da bi naj bilo do leta 2020 globalno zgrajenih 199.000 hitrih polnilcev:



Slika 4: Predviden porast števila hitro polnilcev na svetu [6]

Infrastruktura hitrih polnilcev se že pospešeno gradi tudi v posameznih državah članicah EU, pri tem prednjačijo Norveška, Nizozemska, Danska, Velika Britanija in Nemčija.



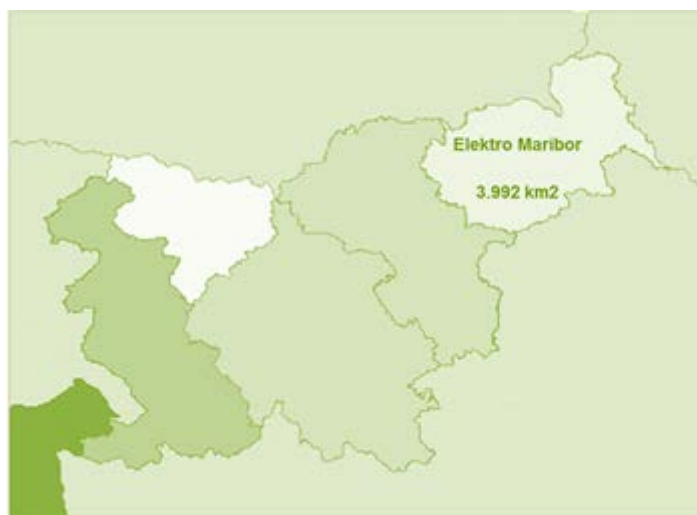
Slika 5: Razvoj hitre polnilne infrastrukture na Nizozemskem - FastNed [7]

## 4. INVESTICIJSKA VLAGANJA V ENERGETSKO INFRASTRUKTURO

### 4.1 Scenariji izvedbe polnilne infrastrukture

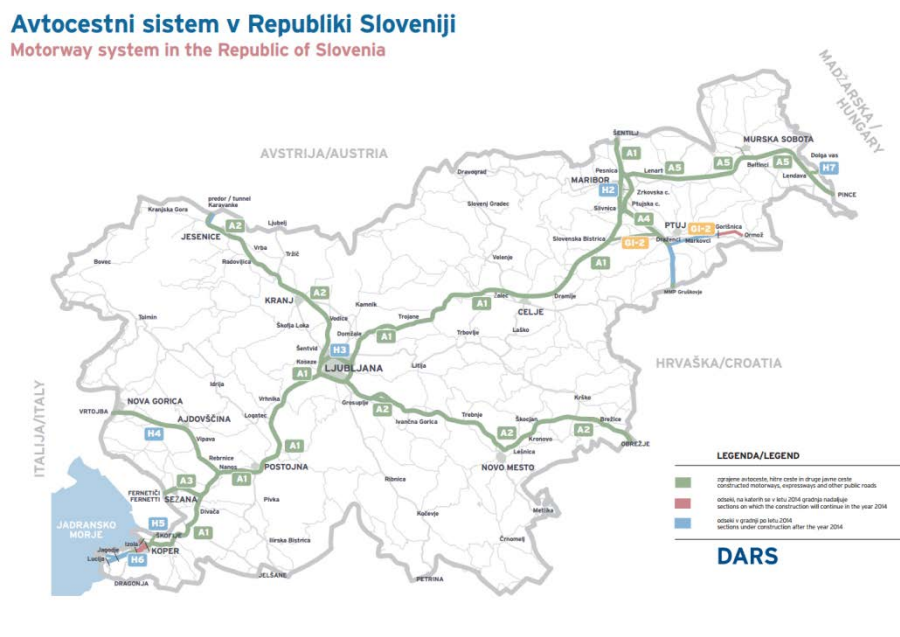
#### 4.1.1 Potencialne lokacije polnilnih postaj

Analizirali smo oskrbno območje podjetja za distribucijo električne energije Elektro Maribor. Področje družbe Elektro Maribor obsega 3.992 km<sup>2</sup> oziroma eno petino ozemlja Republike Slovenije:



Slika 6: Distribucijsko območje Elektro Maribor

Kot potencialne lokacije hitrih polnih postaj na avtocestnem križu na področju Elektro Maribor so bila za potrebe tega prispevka analizirana obstoječa in predvidena avtocestna postajališča, na katerih so že zgrajeni oziroma predvideni bencinski servisi (BS).



Slika 7: Avtocestni sistem Republike Slovenije [8]

Analiza je vključila devet obstoječih in dve predvideni postajališči na štirih odsekih severovzhodnega avtocestnega križa:

Odsek Tepanje – Maribor: ●

- BS Tepanje (v obeh smereh)
- BS Fram (enostransko z obojestranskim dovozom);

Odsek Maribor – Šentilj: ●

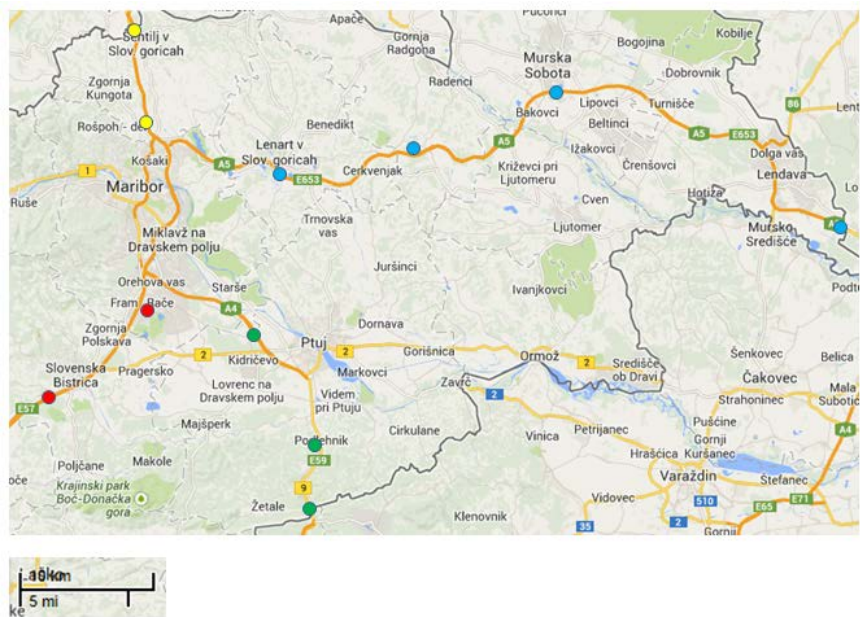
- BS Spodnje Dobrenje (v obeh smereh)
- BS Šentilj – mejni prehod (v obeh smereh)

Odsek Maribor – Gruškovje: ●

- BS Dravsko polje (v obeh smereh);
- AC v izgradnji -----
- BS Podlehnik (v obeh smereh);
- mejni prehod Gruškovje (v obeh smereh)

Odsek Maribor – Pince: ●

- BS Lenart (v obeh smereh);
- BS Grabonoš (v obeh smereh);
- BS M. Sobota (v obeh smereh);
- BS mejni prehod Pince (v obeh smereh);



Slika 8: Potencialne lokacije hitrih polnilnih postaj na območju Elektro Maribor

#### 4.1.2 Hitri polnilci moči 50 kW

Proizvajalci hitrih polnilcev, kateri uporabljajo trenutno prevladujoča standarda CCS (Combined Charging System) ali CHAdeMO (Charger de Move), na trgu nudijo enote do 50 kW.



Slika 9: Hitropolnilna postaja Elektro Maribor na Vodovodni ulici 2. [vir: Google Street View]

Analiza je vključila več opcij hitrih polnilcev moči 50 kW in sicer:

- modul z dvema polnilnima mestoma,
- modul s štirimi polnilnimi mesti,
- modul z desetimi polnilnimi mesti.

Pri izračunu celotne priključne moči na posamezni lokaciji je bilo upoštevano, da so polnilne postaje predvidene v obeh avtocestnih smereh posameznega postajališča.

Upošteva se trenutni doseg (zmogljivost baterij) in število električnih vozil bi razmestitev hitro polnih postaj zadoščala na razdalji približno 50 km. Na vsaki postaji bi zadoščala dva do štiri polnilna mesta (praksa na Nizozemskem). Polnilci bi morali omogočati tudi počasno polnjenje z enosmernim tokom.

Ob porastu števila električnih vozil bi se potrebno število hitropolnilnih mest povečalo. V analizi upoštevani moduli z desetimi polnilnimi mesti ustrezajo sedanjemu številu črpalk za gorivo na obstoječih bencinskih servisih.

#### **4.1.3 Hitri polnilci moči 120 kW**

Za potrebe tega prispevka je bila analizirana tudi opcija namestitve super hitrih polnilnih postaj moči 120 kW, kot jih na primer ponuja proizvajalec električnih avtomobilov Tesla.

Analiza je vključila več opcij hitrih polnilcev moči 120 kW in sicer:

- modul z dvema polnilnima mestoma,
- modul s štirimi polnilnimi mesti,
- modul z desetimi polnilnimi mesti.

Poslovni model s 120 kW hitropolnilnimi postajami, ki ga razvija ameriški proizvajalec električnih vozil znamke Tesla v Združenih državah Amerike večinoma vključuje module s štirimi ali osmimi polnilnimi mesti.

V primeru vzpostavitve koridorja polnilnih postaj na relacijah Nemčija – Avstrija – Slovenija – Hrvaška – Srbija in Nemčija – Avstrija – Slovenija – Italija bi bila ob upoštevanju izkušenj iz Združenih držav Amerike in Norveške za začetek smiselna lokacija na širšem območju Maribora.

## **4.2 Potrebna vlaganja v elektroenergetsko omrežje**

V nadaljevanju navedeni investicijski stroški ne zajemajo stroškov polnilne infrastrukture, torej stroškov polnilnih postaj oziroma hitrih polnilcev in, stroškov nadzornega sistema oziroma centra upravljanja polnilne infrastrukture.

Potrebna vlaganja v ojačitve elektroenergetskega omrežja, odvisno od lokacije, med drugim obsegajo predvsem zamenjavo distribucijskih transformatorjev 20/0.4 kV, nove transformatorske postaje 20/0.4 kV, zamenjavo tokovodnikov na daljnovodih 20 kV, nove kablovode 20 kV ter dodatna gradbena dela (podvrtanje pod avtocesto).

#### 4.2.1 Polnilne postaje s polnilci moči 50 kW

Ob upoštevanju dosega vozil in optimalnih stroškov ojačitve elektroenergetskega omrežja je ocenjeno, da bi se hitropolnilne postaje namestile na naslednjih bencinskih servisih (BS):

Tabela 1: Lokacije hitropolnilnih postaj

| Odsek               | Lokacija         | Moč (kW)   |
|---------------------|------------------|------------|
| Šentilj - Maribor   | BS Šentilj       | 2 x 2 x 50 |
|                     |                  | 2 x 4 x 50 |
| Maribor - Tepanje   | BS Tepanje       | 2 x 2 x 50 |
|                     |                  | 2 x 4 x 50 |
| Maribor - Gruškovje | BS Dravsko polje | 2 x 2 x 50 |
|                     |                  | 2 x 4 x 50 |
| Maribor - Pince     | BS Grabonoš      | 2 x 2 x 50 |
|                     |                  | 2 x 4 x 50 |
|                     | BS Pince         | 2 x 2 x 50 |
|                     |                  | 2 x 4 x 50 |

Polnilne postaje so predvidene na vsaki strani avtoceste. V prvi fazi sta predvideni dve opciji. V prvi bi na vsaki strani instalirali module s po dvema polnilnima mestoma, v drugi pa module s po štirimi polnilnimi mesti na vsaki strani.

V primeru izbire modula z dvema polnilnima mestoma na vsaki strani avtoceste na navedenih postajališčih bi bilo potrebno v nujne ojačitve elektroenergetskega omrežja vložiti 110.800 EUR, v primeru izbire modulov s štirimi polnilnimi mesti pa 215.800 EUR.

Vzpostavitev mreže modulov s po desetimi polnilnimi mesti na vsaki strani avtoceste na omenjenih petih lokacijah pa bi zahtevala vlaganja v ojačitve elektroenergetskega omrežja v višini 361.400 EUR.

Specifična vrednost potrebnih ojačitev elektroenergetskega omrežja bi v navedenih petih lokacija v povprečju presegla 5.400 EUR na posamezno polnilno mesto skupna priključna moč pa bi znašala 1 MW (moduli z dvema polnilnima mestoma), 2 MW (moduli s štirimi polnilnimi mesti) oziroma 5 MW (moduli z desetimi polnilnimi mesti).

#### 4.2.2 Polnilna postaja s polnilci moči 120 kW

Stroški ojačitve energetske infrastrukture na eni lokaciji znašajo v odvisnosti od izbrane lokacije med 45.000 EUR in 55.000 EUR za modul s po dvema polnilnima mestoma na vsaki strani avtoceste. Za modul s štirimi polnilnimi mesti na vsaki strani avtoceste pa znaša v odvisnosti od potrebnih ojačitev omrežja na posamezni lokaciji strošek ojačitve energetske infrastrukture med 48.000 EUR in 430.000 EUR.

Instaliranje modula s po desetimi polnilnimi mesti na vsaki strani avtoceste skupne moči 2.4 MW bi predstavljala strošek potrebne ojačitve energetske infrastrukture v razponu od 135.000 EUR do 640.000 EUR, v odvisnosti od izbrane lokacije.

#### **4.3 Interakcija polnilne in elektroenergetske infrastrukture**

V tem prispevku ni bila podrobneje analizirana interakcija med polnilno in elektroenergetsko infrastrukturo.

V odvisnosti od števila polnilnih mest v posameznem modulu bi priključna moč 50 kW polnilnih postaj na obeh smereh avtoceste na vseh petih lokacijah znašala 1 MW pri modulih z dvema, 2 MW pri modulih s štirimi in 5 MW s petimi polnilnimi postajami. Konična moč v elektroenergetskem omrežju Elektro Maribor je leta 2013 znašala 390 MW, kar pomeni, da bi lahko v najbolj neugodnem trenutku ob predpostavki polne zasedenosti polnilnih mest le-ta vplivala tudi na konično moč v sistemu.

### **5. ZAKLJUČEK**

Zakonodajalec je v 78. členu Energetskega zakona zadolžil distribucijskega operaterja za razvoj osnovne javne infrastrukture hitrih polnilnic cestnih vozil na električni pogon na avtocestnem križu.

Že instaliranje relativno redke mreže hitropolnilnih postaj na petih avtocestnih postajališčih bi na distribucijskem območju Elektro Maribor zahtevalo dodatne ojačitve elektroenergetskega distribucijskega omrežja. Specifična vrednost potrebnih ojačitev elektroenergetskega omrežja bi v navedenih petih lokacija v povprečju presegla 5.400 EUR na posamezno polnilno mesto.

### **6. VIRI**

- [1] Energetski zakon EZ-1, Uradni list Republike Slovenije, št. 17/2014 z dne 7.3.2014, <https://www.uradni-list.si/1/content?id=116549>
- [2] Javna agencija Republike Slovenije za energijo, Aktivno reguliranje energetskih dejavnosti in omrežij prihodnosti, "Elektromobilnost", Posvetovalni dokument, Maribor, oktober 2012 (revizija: december 2012), [http://www.agencija.si/dokumenti/29/2/2012/PUB\\_20121211\\_Elektromobilnost\\_VFfinal-Rev\\_1\\_1790.pdf](http://www.agencija.si/dokumenti/29/2/2012/PUB_20121211_Elektromobilnost_VFfinal-Rev_1_1790.pdf)
- [3] Posvet e-mobilnost (Univerza Maribor-DEM, 22.04.2014)
- [4] Oefler, Tom: Smart Charging Infrastructure for Electric Vehicles in Germany and Europe, RWE Effizienz GmbH, Bratislava, 18.04.2012, [http://www.zelenabuducnost.sk/wps/PA\\_Minnesota/content/zb.B6200/doc/Smart\\_Charging\\_Infrastructure\\_for\\_Electric\\_Vehicles.pdf](http://www.zelenabuducnost.sk/wps/PA_Minnesota/content/zb.B6200/doc/Smart_Charging_Infrastructure_for_Electric_Vehicles.pdf)
- [5] Role of fast charging, CHAdeMO, <http://www.chademo.com/wp/role/charging/>

- [6] Young, Angelo: Number Of Electric Car Fast Charge Stations Worldwide Seen Hitting 199,000 After 2020; There Were 1,800 EV Charging Stations Last Year, International Business Times, 29.8.2013, <http://www.ibtimes.com/number-electric-car-fast-charge-stations-worldwide-seen-hitting-199000-after-2020-there-were-1800-ev>
- [7] Kane, Mark: Grand Opening Of FastNed Quick Charging Network In Netherlands – 200 Quick Chargers Coming in 2 Years, Inside EVs, december 2013, <http://insideevs.com/grand-opening-of-fastned-quick-charging-network-in-netherlands-200-quick-chargers-coming-in-2-years-wvideo/>
- [8] [Avtocestni sistem v Republiki Sloveniji, Splet slovenskih avtocest, DARS, [http://www.dars.si/Dokumenti/O\\_avtocestah\\_21.aspx](http://www.dars.si/Dokumenti/O_avtocestah_21.aspx)

## **NASLOV AVTORJEV**

mag. Boris Sovič, univ. dipl. inž. el.  
Božidar Govedič, univ. dipl. inž. el.  
Franc Toplak, univ. dipl. inž. el.

Elektro Maribor, Podjetje za distribucijo električne energije d. d.  
Vetrinjska ulica 2, 2000 Maribor

[boris.sovic@elektro-maribor.si](mailto:boris.sovic@elektro-maribor.si)  
[bozidar.govedic@elektro-maribor.si](mailto:bozidar.govedic@elektro-maribor.si)  
[franci.toplak@elektro-maribor.si](mailto:franci.toplak@elektro-maribor.si)