

# Projektiranje punionice električnih automobila za potrebe kućanstva

---

**Hodžić, Ervin**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:852183>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-29**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

**TEHNIČKI FAKULTET**

Stručni prijediplomski studij elektrotehnike

Završni rad

**PROJEKTIRANJE PUNIONICE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA  
ZA POTREBE KUĆANSTVA**

Rijeka, kolovoz 2023

Ervin Hodžić

0036468693

SVEUČILIŠTE U RIJECI

**TEHNIČKI FAKULTET**

Stručni prijediplomski studij elektrotehnike

Završni rad

**PROJEKTIRANJE PUNIONICE ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA  
ZA POTREBE KUĆANSTVA**

Mentor: izv. Prof. dr. sc. Rene Prenc

Rijeka, kolovoz 2023

Ervin Hodžić

0036468693

Rijeka, 10. ožujka 2023.

Zavod: **Zavod za elektroenergetiku**  
Predmet: **Osnove projektiranja elektroenergetskih postrojenja**  
Grana: **2.03.01 elektroenergetika**

## ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: **Ervin Hodžić (0036468693)**  
Studij: **Stručni prijediplomski studij elektrotehnike**

Zadatak: **Projektiranje punionice električnih automobila za potrebe kućanstva /  
Electrical design for electric vehicle charging station**

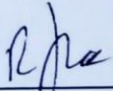
### Opis zadatka:

U uvodu rada će se ukratko prikazati osnovne informacije o električnim automobilima, baterijama i njihovom principu rada. U nastavku rada opisati će se punionice električnih automobila te objasniti njihovi osnovni dijelovi. Obraditi će se primjer projekta punionice električnih automobila za potrebe jednog kućanstva. U sklopu toga provesti će se analiza potrošnje električne energije, izvršiti proračuni te navesti tehnički zahtjevi i norme. U zaključku će se dati osvrt na potrošnju fosilnih goriva, uštede i smanjenje emisije CO<sub>2</sub>.

Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanje diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.

Zadatak uručen pristupniku: 20. ožujka 2023.

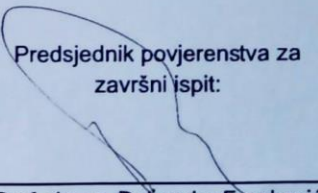
Mentor:



---

Doc. dr. sc. Rene Prenc

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

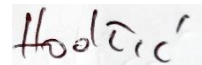


---

Prof. dr. sc. Dušavko Franković

## IZJAVA

Izjavljujem da sam samostalno izradio završni rad s naslovom „Projektiranje punionice električnih automobila za potrebe kućanstva“ sukladno s člankom 9. pravilnika o završnom radu, završnom ispitu i završetku prijediplomskog stručnog studija tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, uz nadzor mentora izv. prof. dr. sc. Rene Prenc.



---

Ervin Hodžić

0036468693

Rijeka, kolovoz 2023.



# 1. SADRŽAJ

<b>1. SADRŽAJ</b> .....	1
<b>2. UVOD</b> .....	2
<b>3. PUNIONICE ELEKTRIČNIH VOZILA</b> .....	4
<b>4. PROJEKT PUNIONICE</b> .....	11
<b>4.1. Opći dio</b> .....	11
<b>4.2. Tehnički dio</b> .....	13
4.2.1. Opis građevine.....	14
4.2.2. Elektroenergetska instalacija.....	15
4.2.3. Zaštita od dodirnog napona i izjednačavanje potencijala.....	17
4.2.4. Primjenjene mjere zaštite od električne instalacije.....	18
4.2.5. Tehnički proračun.....	19
4.2.6. Uvjeti za pravilno djelovanje zaštitnih sklopki diferencijalne struje.....	23
<b>5. UTJECAJ PUNIONICA NA ELEKTROENERGETSKU MREŽU</b> .....	25
<b>5.1. Oscilacije napona</b> .....	29
<b>5.2. Preopterećenje transformatora</b> .....	29
<b>5.3. Izobličenje valnog oblika zbog punjenja električnih vozila</b> .....	30
<b>5.4. Utjecaj punjenja električnih vozila na neutralni i zaštitni vodič uzemljenja</b> .....	30
<b>5.5. Utjecaj pada napona na punionice električnih vozila</b> .....	31
<b>6. SUBVENCIONIRANJE ZA ELEKTRIČNA VOZILA</b> .....	32
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	37
<b>8. LITERATURA</b> .....	38
<b>9. SAŽETAK</b> .....	39

## 2. UVOD

Kroz ovaj rad kratko će se prikazati povijest električnih automobila, princip rada električnih vozila te osnovne prednosti i mane takvih vozila. U nastavku će se opisati punionice električnih vozila te primjer projekta punionice za potrebe kućanstva.

Iako su električni automobili globalnu popularnost stekli tek početkom 21. stoljeća njihovi početci sežu još u prvu polovicu 19. stoljeća. Izumom baterije i električnog motora dolazi do prvih otkrića u području električnih vozila. Tako je u samo nekoliko godina više znanstvenika napravilo svoje prve modele električnih vozila. Jedni od prvih u tom području su Anyos Istvan Jedlik koji je napravio mini model električnog vozila, Robert Anderson koji je izumio električnu kočiju te Sibrandus Stratingh i Christopher Becker koji su također napravili malu verziju električnog automobila koji se napajao iz jednokratnih baterija. Napredak u području razvoja električnih vozila omogućio je izum olovno kiselinskih baterija pa je tako do kraja 19. stoljeća nekoliko zemalja i znanstvenika bilo zaslužno za izum neke vrste električnog vozila, od kočije do tramvaja. Iako bi se na temelju uzlazne putanje razvoja i stjecanja popularnosti početkom 20. stoljeća moglo zaključiti da će električna vozila u potpunosti preuzeti tržište automobilske industrije to se ipak nije dogodilo. Razvojem međugradskih prometnica te otkrićima naftnih polja električna vozila počinju gubiti utrku s vozilima na unutarnje izgaranje s obzirom na to da je domet električnih vozila bio puno manji te je sama cijena naftnih derivata bila puno niža u odnosu na cijenu električne energije. Izumom pokretne trake H. Forda električna vozila potpuno gube bitku s obzirom na to da je u to vrijeme cijena automobila s unutarnjim izgaranjem bilo i do nekoliko puta manja te je masovnom proizvodnjom ta razlika u cijeni nastavila rasti. Nakon dugog vremena potpune dominacije vozila s unutarnjim izgaranjem, energetska kriza te buđenje globalne svijesti vezano za ekološko onečišćenje dovode do ponovnog razvoja električnih vozila u obliku u kojem ih danas susrećemo.

Električna vozila koja se danas koriste mogu se podijeliti u nekoliko kategorija, baterijska električna vozila, hibridna električna vozila te električna vozila s gorivim ćelijama. S obzirom na to da je tema ovog rada punionica električnih automobila u nastavku će se govoriti o baterijskim električnim vozilima.

Neki od glavnih dijelova baterijskih električnih vozila su elektromotor, baterije te kontroler. Same baterije dolaze u nekoliko varijanti pa se tako u automobilskoj industriji i danas koriste olovno-kiselinske baterije čiji začetci sežu u 19. stoljeće, nikal-kadmijske baterije čija je specifična snaga puno veća u odnosu na olovno-kiselinske i životni vijek koji je puno duži ali se



zbog cijene kadmija i štetnosti na okoliš zamjenjuju s nikal-metal hibridnim baterijama koje su puno sigurnije za okoliš i imaju jako dug životni vijek od preko milijun ciklusa punjenja i pražnjenja pa su trenutno najzastupljenije kod hibridnih vozila. Baterije koje se najviše koriste kod današnjih baterijskih električnih vozila su litij-ionske baterije koje imaju visoku specifičnu energiju i dug životni vijek.

Sam princip kretanja električnog vozila se zasniva na tome da u se trenutku pritiskanja papučice gasa šalje signal na kontroler koji prilagođava brzinu kretanja tako da mijenja frekvenciju izmjenične energije koja se šalje iz invertera prema motoru.[1]

### 3. PUNIONICE ELEKTRIČNIH VOZILA

Punionica električnih vozila je uređaj koji omogućava siguran i efikasan prijenos električne energije iz lokalne mreže do električnog automobila kako bi se isti mogao puniti. Svaka punionica sastoji se od tri osnovna dijela: izvora napajanja, energetskog kabela te određenog priključka (konektora). Punionice se mogu napajati direktno iz mreže ili poput klasičnog kućnog uređaja iz utičnice.

Prema međunarodnom standardu definirani su načini punjenja prema brzini i snazi.[2]

Postoje četiri načina punjenja električnih automobila:

- 1) Direktno iz utičnice- 3.7 kW 16 A jednofazno ili 11 kW 16 A trofazno  
Nije više u uporabi a u nekim zemljama je i zabranjen zbog pregrijavanja kabela i utičnica
- 2) Pomoću kabela koji sadrži upravljačku elektroniku- 7.4 kW 32 A jednofazno i 22 kW 32 A trofazno
- 3) Pomoću stanica za punjenje- 14.5 kW 63 A jednofazno i 43.5 kW 63 A trofazno  
Punjači su montirani na zidove, samostojeći ili u rasvjetne stupove. Mogućnost regulacije snage
- 4) Ultrabrzi DC punjači- snage i do 400 kW 200 A  
Direktna veza između punjača i baterije

Stanice za punjenje dolaze u nekoliko različitih varijanti:[3]

- a) AC wallbox punionice



*Slika 3.1. AC wallbox punionica*

Praktični AC punjači koji se mogu pričvrstiti na zid ili stup. Najčešće su snage od 3,7 kW do 22 kW. Kod određenih modela postoji mogućnost podešavanja snage punjenja, autorizaciju putem bluetooth aplikacije te prikaz stanja punjenja.

b) AC javne punionice



*Slika 3.2. AC javna punionica Circontrol POST eVOLVE SMART*

Samostojeći uređaji za AC punjenje koji dolaze u varijanti s jednim ili dva priključka za punjenje. Većinom su izvedeni sa snagom punjenja od 2x11 kW ili 2x22 kW. Postoji mogućnost balansiranja dostupne snage u koliko vlasnik punionice na lokaciji ima manje zakupljene snage. Dolaze s integriranim zaštitnim sklopkama koje pružaju nadstrujnu zaštitu i zaštitu od diferencijalne struje.

c) DC brze punionice



*Slika 3.3. DC brza punionica Circontrol RAPTION 50*

Uređaji za brzo DC punjenje snagom od 20 do 50 kW. Punjenje je puno brže u odnosu na AC punionice s obzirom na to da se DC punjenjem zaobilazi ispravljač koji se nalazi u samom automobilu a koji je najčešće limitiran na 7,4 do 11 kW. Na određenim modelima postoji i dodatni AC priključak kako bi se moglo puniti više vozila istovremeno. Najčešće se nalaze na javnim mjestima gdje je potrebno brzo napuniti vozilo.

d) DC ultrabrze punionice



*Slika 3.4. DC ultrabrza punionica Tritium PK350*

Ultrabrzi DC punjači koji dolaze i u verzijama sa snagom punjenja i do 350 kW. Neki od punjača imaju ugrađena dva različita priključka s različitim maksimalnim izlaznim strujama. Primjer na slici dolazi s priključkom CCS koji ima maksimalnu izlaznu struju do 500 A i priključkom CHAdeMO čija je maksimalna izlazna struja 200 A. Ovisno o samom električnom vozilu koji se puni u samo 10 minuta punjenja moguće je napuniti vozilo za domet i do 350 kilometara. Može ih se pronaći u blizini autoceste gdje potrebno brzo napuniti vozilo i nastaviti s vožnjom ili u tvrtkama koje se bave iznajmljivanjem električnih automobila.

Kako punjači dolaze u nekoliko varijanti tako ni sami priključci nisu univerzalni. Također različiti su konektori kod AC i kod DC punjača. U nastavku će biti prikazano nekoliko različitih tipova konektora.

a) Tip 1 SAE J1772

Priključak proizveden od strane japanskog proizvođača automobilske opreme Yazaki i usvojen od strane Društva Automobilskih inženjera (SAE). Koristi se za jednofazno AC punjenje maksimalnom snagom od 7,4 kW uz napone od 120 ili 240 V. Namijenjen američkom i japanskom tržištu.



*Slika 3.5. Priključak Tip 1*

b) Tip 2

Za razliku od Tipa 1 priključak Tipa 2 ima dva dodatna pina koje mu omogućuje i trofazno punjenje. Služi za punjenje izmjeničnom strujom maksimalne snage 43 kW. Naziva se još i Mennekes što dolazi od istoimenog proizvođača.



*Slika 3.6. Priključak Tip 2*

c) CHAdeMO

CHAdeMO protokol je standard za brzo punjenje električnih vozila koji je razvijen je od strane japanskih proizvođača automobila. S obzirom na ograničenja samog ispravljača koji se nalazi u električnom automobilu te pregrijavanja prilikom punjenja sa strujama

većim od 75 A osmišljen je CHAdeMO priključak kako bi se električno vozilo moglo puniti istosmjernom strujom te tako zaobići navedena ograničenja. U najvećoj mjeri se koristi na japanskom tržištu.



*Slika 3.7. CHAdeMO priključak*

d) CCS

Ova vrsta priključka je kombinacija priključka za izmjenično i istosmjerno punjenje. Uz pinove koji se koriste za izmjenično punjenje kao kod priključka Tipa 2 nalaze se još i 2 dodatna pina koja služe za brzo istosmjerno punjenje. Razlikujemo dvije vrste ovog priključka, CCS1 za američko tržište te CCS2 za europsko tržište. Ovim priključkom električno vozilo se može puniti snagama i do 350 kW.



*Slika 3.8. Priključak CCS2*



## **4. PROJEKT PUNIONICE**

Projektiranje je postupak izrade dokumentacije novog sustava iz dostupnih podataka o raspoloživim proizvodima, elementima i podsustavima, primjenom odobrenih metoda i postupaka, a u skladu s propisima.

Projekt kao rezultat projektiranja sastoji se od nekoliko dijelova:

- tehničko rješenje
- idejno rješenje
- idejni projekt
- glavni projekt
- izvedbeni projekt
- projekt izvedenog stanja

Ovisno o vrsti građevine glavni projekt može sadržavati:

- arhitektonski projekt
- građevinski projekt
- elektrotehnički projekt
- strojarski projekt

U nastavku će biti opisan glavni elektrotehnički projekt.

Standardni elektrotehnički projekt se sastoji od općeg dijela u kojem se nalazi sadržaj, popis mapa, popis projektanata i suradnika, izjava glavnog projektanta, izjava projektanta te projektnog zadatka. Nakon općeg dijela slijedi tehnički dio gdje se daje tehnički opis građevine te elektroenergetskih instalacija, procjena troškova i prikaz sustava i mjera zaštite. Pod tehnički dio spadaju i tehnički proračuni gdje se vrše proračuni za izbor i dimenzioniranje kabela, provjera uvjeta za pravilno djelovanje zaštitnih sklopki. Nakon tehničkih proračuna prilaže se troškovnik te grafički prikazi.

### **4.1.Opći dio**

U općem dijelu glavnog projekta nakon popisa mapa, projektanata i suradnika važna je izjava projektanta gdje se temeljem Zakona o prostornom uređenju i Zakona o gradnji daje izjava kojom se potvrđuje da izgradnja navedene građevine nije u suprotnosti s dokumentima prostornog uređenja i da je projekt usklađen s propisima, zakonima i normama.

Na kraju općeg dijela nalazi se projektni zadatak kojeg investitor radi sam ili uz pomoć projektanta kako bi se definirali okviri projekta i zahtjevi za informacijske i elektroenergetske tokove.

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT  
OPĆI DIO  
PROJEKTNI ZADATAK

Broj projekta: 123-00

---

## PROJEKTNI ZADATAK

Investitor:           Investitor, OIB: 01234567890, 52100 Pula  
Građevina:           Punionica električnih vozila za potrebe kućanstva  
Lokacija:            K.č. br. 123/45, k.o. Pula

Za ugradnju i priključenje na NN mrežu samostojeće stanice za punjenje hibridnih i električnih vozila, potrebno je izraditi:

GLAVNI ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT NISKONAPONSKIH ELEKTRIČNIH  
INSTALACIJA.

Za investitora:

---

## 4.2. Tehnički dio

Na početku tehničkog dijela nalazi se opis građevine gdje se u nekoliko rečenica opiše na kojoj katastarskoj čestici se planira zahvat, navede investitor te da kratak opis same građevine i načina priključka na postojeću mrežu. Potom slijedi opis elektroenergetskih instalacije gdje se opisuje priključak na postojeće razdjelne ormare, navode točne specifikacije i vrste kabela koji se planiraju ugraditi te njihov način polaganja. U tom dijelu se također opisuje način na koji će se izvesti zaštita od dodirnog napona, izjednačavanje potencijala te ovisno o građevini i sustav zaštite od udara munje. Prije samih tehničkih proračuna u glavnom projektu nalazi se i procjena troškova građenja, uvjeti održavanja građevine, prikaz primijenjenih mjera zaštite od električne instalacije, gospodarenje otpadom te program kontrole i osiguranja kvalitete.

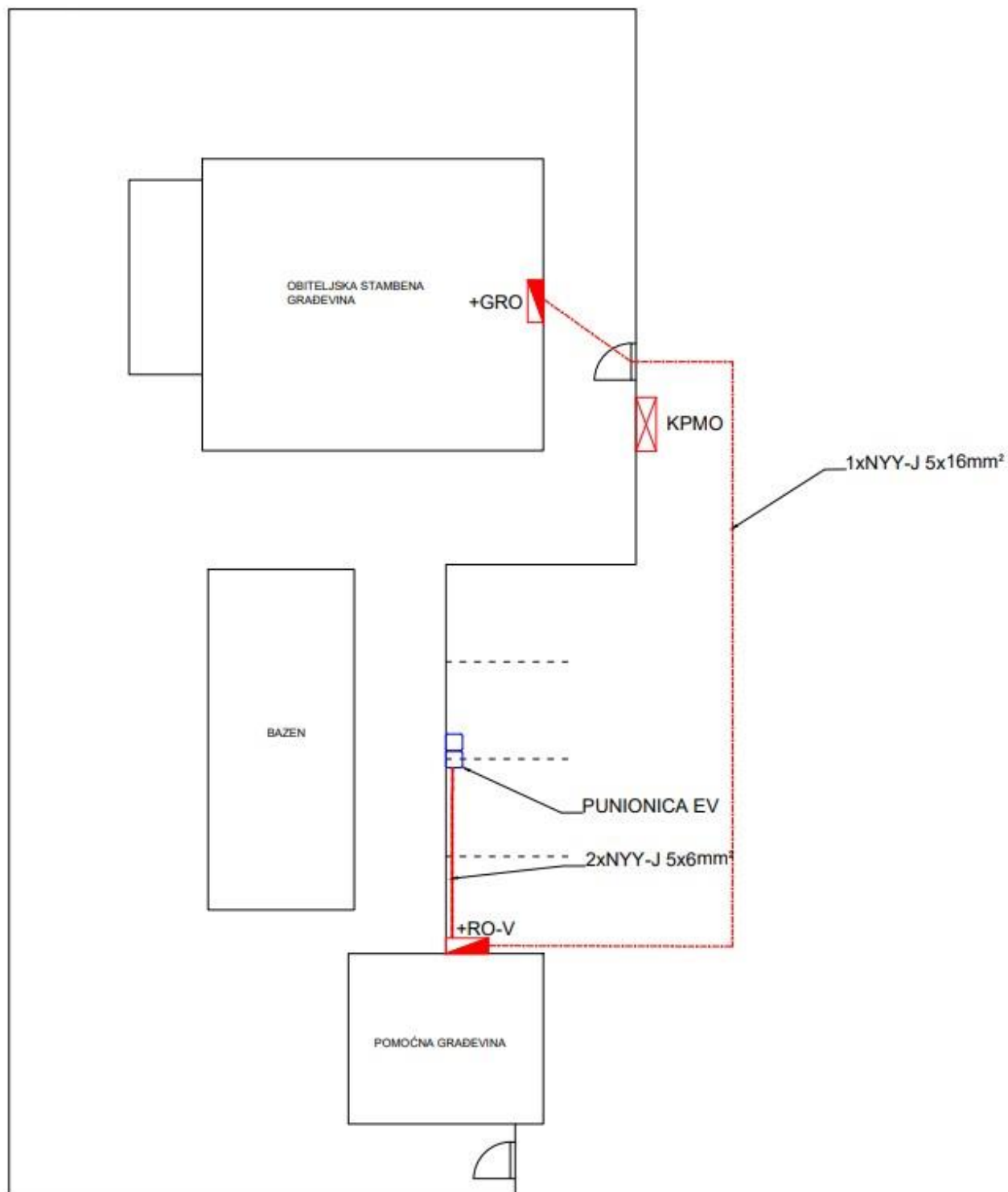
Za primjer punionice električnih vozila za potrebe kućanstva koristit će se samostojeća izvedba punionice 2x11 kW. Za potrebe ovog rada odabrana je stanica za punjenje i-CHARGE Public 2 tvrtke Schrack Technik, dimenzija 1.320 x 250 x 180 mm, s dva Tip 2 priključka od po 11 kW.



*Slika 4.2. i-CHARGE Public 2 punionica električnih vozila*

#### 4.2.1. Opis građevine

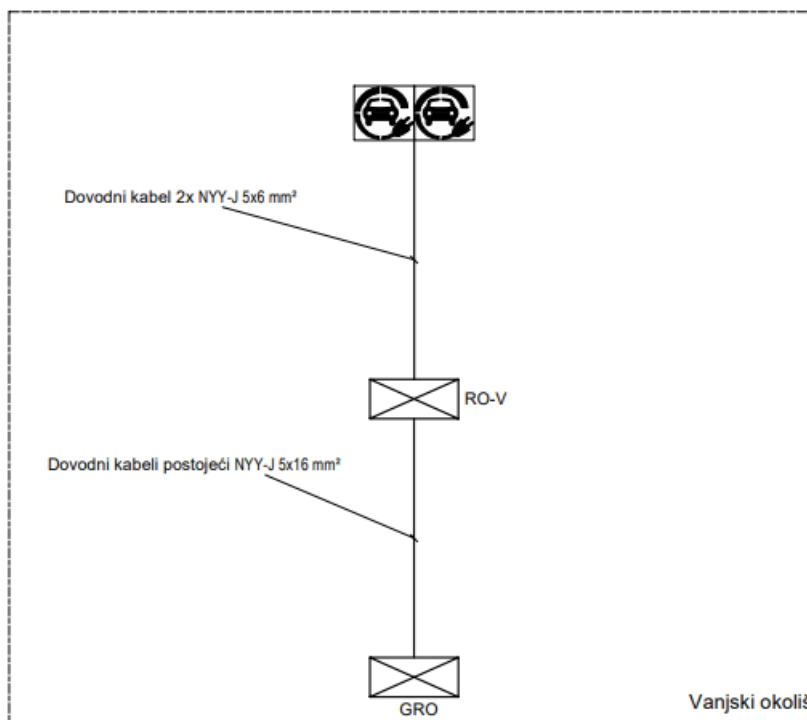
Investitor planira izgradnju punionice električnih automobila na k.č.br. 123/45 k.o. Pula. Stanica za punjenje će biti izgrađena između dva parkirna mjesta na parkingu privatne stambene kuće prema slici 4.3..



Slika 4.3. Situacija vanjskog prostora i položaja punionice

#### 4.2.2. Elektroenergetska instalacija

Predviđena je ugradnja kabela NYY-J 5x6 mm<sup>2</sup> za napajanje punionice iz postojećeg razdjelnog ormara RO-V. Postojeća instalirana snaga iznosi 5,7 kW, te će investitor morati zakupiti dodatnih 22 kW snage pa će sveukupna snaga potrošača u vanjskom razdjelnom ormaru biti 27,7 kW. Vanjski razdjelni ormar napaja se direktno iz glavnog razvodnog ormara postojećim kabelom NYY-J 5x16 mm<sup>2</sup>. [4]



Slika 4.4. Blok shema energetskega razvoda

Tehničke specifikacije kabela NYY-J:

- Temperaturni raspon:

Za vrijeme instalacije: -5 °C do +50 °C

Za vrijeme rada: -30 °C do +70 °C

Za vrijeme kratkog spoja u trajanju od maks. 5 s: do 160 °C

- Nazivni napon: U<sub>o</sub>/U = 0,6/1 kV

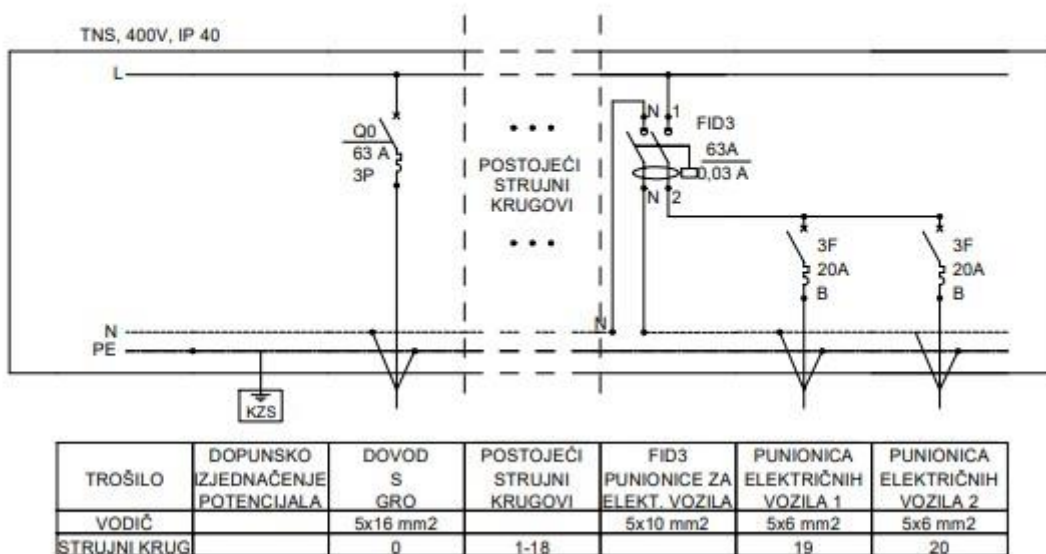
- Testni napon: 4 kV
- Maks. trofazni napon: 1,2 kV



*Slika 4.5. Kabel NYJ-J*

U vanjski razdjelnik dodaje se oprema za punjače električnih vozila prema jednopolnoj shemi.

## ELEKTROENERGETSKI RAZDJELNIK VANJSKOG OKOLIŠA - (RO-V)



Slika 4.6. Jednopolna shema razdjelnika vanjskog okoliša

### 4.2.3. Zaštita od dodirnog napona i izjednačavanje potencijala

Postojeća instalacija na lokaciji izvedena je u skladu s TN-S sustavom zaštite što znači potpuno odvojeno vođenje neutralnog i zaštitnog vodiča.

Stanica za punjenje spaja se na odgovarajuće osigurače zadovoljavajuće jakosti struje pod zasebnu RCD diferencijalnu zaštitu sustava punionice.

Zaštita od napona dodira izvedena je zaštitnim izoliranjem, sigurnosnim razmacima, automatskim isklapanjem u slučaju kratkog i dozemnog spoja, te automatskim isklapanjem u slučaju pojave diferencijalne struje veće od 0,03 A.

U građevini je izvedeno izjednačenje potencijala svih većih metalnih masa i sustava punionice kao dodatna mjera zaštite od dodirnog napona i statičkog elektriciteta. Za izjednačavanje potencijala koristi se uzemljivač građevine i zaštitni (PE) vodič napojnih kabela. Stanica za punjenje spaja se na sabirnice za izjednačenje potencijala ugrađene u ormariću. Spoj navedenih masa izvodi se vodom P-Y 1x25 mm<sup>2</sup>. Svi spojevi su antikorozivno zaštićeni s jamstvom kvalitete galvanske veze. Ormarić za izjednačavanje potencijala bit će povezan sa zaštitnom sabirnicom razdjelnika pomoću P-Y 1x25 mm<sup>2</sup> voda.

#### 4.2.4. Primjenjene mjere zaštite od električne instalacije

Prema HRN HD 60364-4-41:2007 zaštita od električnog udara u električnoj instalaciji obuhvaća zaštitu od izravnog dodira dijelova instalacije i opreme pod naponom i zaštitu od neizravnog dodira dijelova instalacije i opreme pod naponom.

Zaštita od izravnog dodira dijelova instalacije i opreme pod naponom izvedena je izoliranjem, pregradama i kućištima. Izolacija svih predviđenih kabela i vodova odgovara radnom naponu 0,4/1 kV, a konstrukcije koje odgovaraju standardima.

Zaštita od neizravnog dodira dijelova instalacije i opreme pod naponom obuhvaća automatsko isključivanje napajanja u slučaju kvara i izjednačenje potencijala.

Automatsko isključivanje napajanja dijelova instalacije ili opreme priključene na nju, koji su u kvaru vrši se preko topivih ili automatskih osigurača, za svaki strujni krug zasebno, s time što je instalacija predviđena u TN-S sustavu zaštite s dopunskim izjednačenjem potencijala.

Zaštita od prekomjernih struja u instalaciji prema normi HRN N.B2.743 obuhvaća zaštitu od preopterećenja i zaštitu od kratkog spoja.

Zaštita od preopterećenja vrši se automatskim prekidanjem preopterećenih strujnih krugova s pomoću topivih ili automatskih osigurača, nadstrujnih i bimetalnih okidača čija vrijednost ne prelazi vrijednost trajno dopuštenih struja prema normi HRN N.B2.752.

Zaštita od kratkog spoja vrši se pomoću topivih ili automatskih osigurača, odnosno magnetskih okidača.



#### 4.2.5. Tehnički proračun

Prilikom proračuna za izbor i dimenzioniranje kabela vodi se računa da se izvede proračun za najnepovoljniji strujni krug.

Dimenzije – broj žila x presjek vodiča	Izvedba	Konstrukcija pojedinog vodiča (br. žičica x prom.)	Vanjski promjer	Debljina izolacije	Debljina ispune	Debljina plašta	Otpor vodiča pri 20 °C	Strujno opterećenje (u zraku)	Strujno opterećenje (u zemlji)	Struja kratkog spoja 1s	Dopuštena sila napajanja	Specifični induktivitet	Težina Cu	Težina kabela	Pakovanje*
nazivno N x mm <sup>2</sup>		nazivno n x mm	min - maks. mm	naz. mm	naz. mm	naz. mm	maks. Ω/km	naz. A	naz. A	naz. kA	maks. N	nazivno mH/km	kg/km	prib. kg/km	
<b>4 x 4</b>	RE	1 x 2,25	15,0 - 19,0	1,0	1,0	1,8	4,61	34	47	0,46	800	0,339	153,6	400	REZ
<b>4 x 6</b>	RE	1 x 2,76	16,0 - 20,0	1,0	1,0	1,8	3,08	43	59	0,69	1200	0,321	230,4	510	REZ
<b>4 x 10</b>	RE	1 x 3,56	18,0 - 22,0	1,0	1,0	1,8	1,83	59	79	1,15	2000	0,301	384	720	REZ
<b>4 x 10</b>	RM	7 x 1,35	18,0 - 22,0	1,0	1,0	1,8	1,83	59	79	1,15	2000	0,301	384	720	REZ
<b>4 x 16</b>	RE	1 x 4,51	21,0 - 25,0	1,0	1,0	1,8	1,15	79	102	1,84	3200	0,285	614,4	1050	REZ
<b>4 x 16</b>	RM	7 x 1,70	21,0 - 25,0	1,0	1,0	1,8	1,15	79	102	1,84	3200	0,285	614,4	1050	REZ
<b>4 x 25</b>	RM	7 x 2,13	25,0 - 32,0	1,2	1,0	1,8	0,727	106	133	2,87	5000	0,280	960	1600	REZ
<b>4 x 35</b>	SM	7 x 2,52	27,0 - 34,0	1,2	1,2	1,9	0,524	129	159	4,02	7000	0,271	1344	1750	REZ
<b>4 x 50</b>	SM	19 x 1,83	29,0 - 36,0	1,4	1,6	1,9	0,387	157	188	5,75	10000	0,270	1920	2300	REZ
<b>4 x 70</b>	SM	19 x 2,17	33,0 - 40,0	1,4	1,8	2,1	0,268	199	232	8,05	14000	0,262	2688	3100	REZ
<b>4 x 95</b>	SM	19 x 2,52	38,0 - 45,0	1,6	2,0	2,2	0,193	246	280	10,90	19000	0,261	3648	4200	REZ
<b>4 x 120</b>	SM	37 x 2,03	41,0 - 49,0	1,6	2,0	2,2	0,153	285	318	13,80	24000	0,256	4608	5200	REZ
<b>4 x 150</b>	SM	37 x 2,27	46,0 - 54,0	1,8	2,0	2,4	0,124	326	359	17,20	30000	0,256	5760	6400	REZ
<b>4 x 185</b>	SM	37 x 2,52	51,0 - 59,0	2,0	2,0	2,6	0,0991	374	406	21,30	37000	0,256	7104	8050	REZ
<b>4 x 240</b>	SM	61 x 2,24	57,0 - 65,0	2,2	2,0	2,8	0,0754	445	473	27,60	48000	0,254	9216	11000	REZ
<b>4 x 300</b>	SM	61 x 2,50	63,9	2,4		3,0	0,0601				60000		11520	13245	REZ
<b>5 x 1,5</b>	RE	1 x 1,38	13,0 - 16,0	0,8	1,0	1,8	12,1	19,5	27	0,17	375	0,375	72	270	REZ
<b>5 x 2,5</b>	RE	1 x 1,78	14,0 - 17,0	0,8	1,0	1,8	7,41	25	36	0,29	625	0,349	120	350	REZ
<b>5 x 4</b>	RE	1 x 2,25	15,0 - 18,0	1,0	1,0	1,8	4,61	34	47	0,46	1000	0,348	192	480	REZ
<b>5 x 6</b>	RE	1 x 2,76	18,0 - 21,0	1,0	1,0	1,8	3,08	43	59	0,69	1500	0,330	288	610	REZ
<b>5 x 10</b>	RE	1 x 3,56	19,0 - 22,0	1,0	1,0	1,8	1,83	59	79	1,15	2500	0,310	480	880	REZ
<b>5 x 10</b>	RM	7 x 1,35	19,0 - 22,0	1,0	1,0	1,8	1,83	59	79	1,15	2500	0,310	480	880	REZ
<b>5 x 16</b>	RE	1 x 4,51	22,0 - 25,0	1,0	1,0	1,8	1,15	79	102	1,84	4000	0,294	768	1250	REZ
<b>5 x 16</b>	RM	7 x 1,70	22,0 - 25,0	1,0	1,0	1,8	1,15	79	102	1,84	4000	0,294	768	1250	REZ
<b>5 x 25</b>	RM	7 x 2,13	27,0 - 33,0	1,2	1,0	1,9	0,727	106	133	2,87	6250	0,289	1200	1950	REZ
<b>5 x 35</b>	RM	7 x 2,52	33,0 - 40,0	1,2	1,2	2,0	0,524	129	159	4,02	8750	0,285	1680	2400	REZ
<b>5 x 50</b>	RM	19 x 1,83	39,0 - 45,0	1,2	1,6	1,8	0,387	157	188	5,75	12500	0,280	2400	3500	REZ
<b>5 x 70</b>	RM	19 x 2,17	41,0 - 47,0	1,4	1,8	1,8	0,268	199	232	8,05	17500		3360	4450	REZ
<b>5 x 95</b>	RM	19 x 2,52	46,0 - 52,0	1,4	2,0	2,1	0,193	246	280	10,90	23750		4560	6134	REZ
<b>5 x 120</b>	RM	37 x 2,03	51,0 - 57,0	1,6	2,0	2,1	0,153	285	318	13,80	30000		5760	7483	REZ

Slika 4.7. Tehničke specifikacije NYY energetskeg kabela

Proračun napojnog kabela razdjelnika vanjskog okoliša NYY-J 5x16 mm<sup>2</sup>[5]

Instalirana snaga  $P_i = 27,7 \text{ kW}$

Nazivni napon  $U_n = 400 \text{ V}$

Vršna snaga  $P_v = 27,7 \text{ kW}$

Faktor snage  $\cos \varphi = 0,95$

Faktor polaganja kabela  $f_p = 0,95$

$$I_b = \frac{P_v}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}$$

Struja potrošača:  $I_b = 42,09 \text{ A}$

Postavljeni kabel: NYY-J 5x16 mm<sup>2</sup>

Strujno opterećenje kabela:  $I_z = 0,95 \cdot 102 \text{ A} = 96,90 \text{ A}$

Nazivna struja osigurača-prekidača:  $I_n = 63 \text{ A}$

Uvjet  $I_b \leq I_n \leq I_z$  biti će ispunjen ako je nazivna struja osigurača-prekidača odabrana prema gore navedenim vrijednostima.

Iz priloženog se može zaključiti da postavljeni kabel može izdržati trajnu struju veću od potrebne pri vršnoj snazi.

Proračun napojnog kabela punionice električnih automobila NYY-J 5x6 mm<sup>2</sup>

Instalirana snaga  $P_i = 11 \text{ kW}$

Nazivni napon  $U_n = 400 \text{ V}$

Vršna snaga  $P_v = 11 \text{ kW}$

Faktor snage  $\cos \varphi = 0,95$

Faktor polaganja kabela  $f_p = 0,95$

$$I_b = \frac{P_v}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} \quad (3.1)$$

Struja potrošača:  $I_b = 16,73 \text{ A}$

Postavljeni kabel: NYY-J 5x6 mm<sup>2</sup>

Strujno opterećenje kabela:  $I_z = 0,95 \cdot 59 \text{ A} = 56,05 \text{ A}$

Nazivna struja osigurača-prekidača:  $I_n = 20 \text{ A}$

Uvjet  $I_b \leq I_n \leq I_z$  biti će ispunjen ako je nazivna struja osigurača-prekidača odabrana prema gore navedenim vrijednostima.

Iz priloženog se može zaključiti da postavljeni kabel može izdržati trajnu struju veću od potrebne pri vršnoj snazi.

Proračun pada napona kabela[6]:

Tehničkim propisima o niskonaponskim električnim instalacijama određen je dopušteni pad napona između pojne točke električne instalacije i bilo koje druge točke te on ne smije biti veći od:

- a) Električne instalacije koje se napajaju iz niskonaponske mreže: 3% za strujni krug rasvjete, 5% za strujni krug ostalih trošila
- b) Električne instalacije koje se napajaju direktno iz trafostanice koja je priključena na visoki napon: 5% za strujni krug rasvjete, 8% za strujni krug ostalih trošila

Pad napona se računa pomoću sljedećih izraza:

Za jednofazni strujni krug:

$$U_{\%} = \frac{200 \cdot P_m \cdot L}{U_f^2 \cdot S \cdot \lambda} \quad (3.2)$$

Za trofazni strujni krug:

$$U_{\%} = \frac{100 \cdot P_m \cdot L}{U^2 \cdot S \cdot \lambda} \quad (3.3)$$

$U_{\%}$  - postotni pad napona

$P_m$  - najveća snaga potrošača (W) uz faktor istovremenosti 0,8

$L$  - duljina voda (m)

$S$  - presjek vodiča (mm<sup>2</sup>)

$\lambda$  - specifična vodljivost vodiča (Sm/mm<sup>2</sup>)

$U_f$  - fazni napon = 230 V

$U$  - linijski napon = 400 V

Proračun pada napona voda od glavnog razdjelnika do razdjelnika vanjskog okoliša računa se prema izrazu (3.3)

Kabel NYY-J 5x16 mm<sup>2</sup>

L = 50 m

P<sub>m</sub> = 27,7 kW

$$U_{\%} = \frac{100 \cdot 27700 \cdot 50}{400^2 \cdot 16 \cdot 56} = 0,97 \%$$

Proračun pada napona voda od razdjelnika vanjskog okoliša do punionice električnih automobila računa se prema izrazu (3.3):

Kabel NYY-J 5x6 mm<sup>2</sup>

L = 10 m

P<sub>m</sub> = 11 kW

$$U_{\%} = \frac{100 \cdot 11000 \cdot 10}{400^2 \cdot 6 \cdot 56} = 0,20 \%$$

Ukupan pad napona iznosi:  $U_{\%} = 0,97 \% + 0,20 \% = 1,17 \%$  što je ispod razine dopuštenog pada napona koji iznosi 5 %. Proračunom pada napona potvrđeno je da odabrani presjeci vodiča zadovoljavaju postavljene norme.

Proračun potrošnje energenata i emisije onečišćujućih tvari

Prema podacima Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost koristiti će se slijedeće vrijednosti:

- 1 litra benzina = 9,5622 kWh
- Prosječno vozilo troši 7 l/100 km
- Godišnja prosječna kilometraža komercijalnih vozila iznosi 18.300 km
- Smanjenje emisije CO<sub>2</sub> vozila prosječne snage iznosi 8,3 kg/100 km
- Prosječno vozilo s pogonom na fosilna goriva emitira 2,974 tona CO<sub>2</sub> godišnje
- Faktor godišnje emisije CO<sub>2</sub> po jedinici goriva za električnu energiju iznosi 0,53 kg/kWh

S obzirom na to da punionica omogućava istovremeno punjenje dva vozila u nastavku proračuna se kao broj punionica uvrštavao broj dva.

Postojeća godišnja potrošnja energije fosilnog goriva:

$$2 \cdot \left( 18.300 \text{ km} \cdot \frac{7 \text{ l}}{100 \text{ km}} \right) \cdot 9,5622 \frac{\text{kWh}}{\text{l}} = 24.498,36 \text{ kWh} \quad (3.4)$$

Predviđena godišnja potrošnja električne energije nakon ugradnje punionice:

$$2 \cdot \left( 18.300 \text{ km} \cdot \frac{15 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} \right) = 5490 \text{ kWh} \quad (3.5)$$

Predviđena godišnja ušteda energije u kWh:

$$24.498,36 \text{ kWh} - 5490 \text{ kWh} = 19.008,36 \text{ kWh} \quad (3.6)$$

Predviđeno godišnje smanjenje CO<sub>2</sub>:

$$2 \cdot 2,974 \frac{\text{t CO}_2}{\text{god}} = 5,948 \text{ t} \frac{\text{CO}_2}{\text{god}} \quad (3.7)$$

$$2 \cdot 18.300 \frac{\text{km}}{\text{god}} \cdot \frac{15 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} \cdot \frac{0,53}{1000} = 2,91 \text{ t} \frac{\text{CO}_2}{\text{god}} \quad (3.8)$$

$$5,948 - 2,91 = 3,038 \text{ t} \frac{\text{CO}_2}{\text{god}} \quad (3.9)$$

#### 4.2.6. Uvjeti za pravilno djelovanje zaštitnih sklopki diferencijalne struje

Kako bi zaštitne sklopke diferencijalne struje ispravno djelovale moraju biti ispunjeni sljedeći uvjeti:

- $R_p < U_d / I_d$
- $R_i > U / I_d$

Oznake imaju sljedeća značenja:

- $U_d$  – dodirni napon (50 V)
- $U$  – fazni napon (230 V)
- $R_i$  – otpor izolacije strujnog kruga

- $I_d$  – diferencijalna struja greške
- $R_p$  – otpor strujnog kruga greške

Za strujnu zaštitnu sklopku s  $I_d = 0,03$  A, mora vrijediti:

- $R_p < 50 \text{ V} / 0,03 \text{ A}$  tj.  $R_p < 1666,67 \text{ } \Omega$
- $R_i > 230 \text{ V} / 0,03 \text{ A}$  tj.  $R_i > 7666,67 \text{ } \Omega$

Na lokalnom području instalacije i distributivna niskonaponska mreža zadovoljavaju tražene uvjete za ispravno djelovanje zaštitne sklopke diferencijalne struje, ali se podaci moraju potvrditi na lokaciji odgovarajućim mjerenjem.

## 5. UTJECAJ PUNIONICA NA ELEKTROENERGETSKU MREŽU

U posljednjem desetljeću vidljiv je porast broja električnih vozila na našim prometnicama što predstavlja napredak u području mobilnosti te u nastojanju da se smanji emisija stakleničkih plinova ali to također predstavlja izazov za elektroenergetsku mrežu. Kako otprilike 25 posto svih emisija stakleničkih plinova nastaje u prometu te da bi se prema europskom zelenom planu do 2050. godine smanjila razina emisija štetnih plinova za 90 posto u odnosu na 1990. godinu, u cestovnom prometu je neophodan prijelaz na alternativna goriva. Trenutna infrastruktura punionica odnosno njezini nedostaci negativno utječu na porast električnih vozila ali da bi se povećalo ulaganje u samu infrastrukturu potrebna je doza sigurnosti da će se i sam broj takvih vozila konstantno povećavati. Iz navedenog možemo zaključiti kako ulaganje u infrastrukturu punionica električnih vozila mora proporcionalno pratiti povećanje broja električnih vozila.

Punionice električnih vozila kao i ostala trošila velike snage utječu na elektroenergetsku mrežu i kvalitetu električne energije. Punjenje velikog broja električnih vozila može imati negativan utjecaj na distribucijsku mrežu u smislu povećanja vršnog opterećenja, povećanja gubitaka energije, negativnog utjecaja na naponske prilike i preopterećenja distribucijskih transformatora. Teško je točno predvidjeti koliko će punionice električnih vozila utjecati na elektroenergetsku mrežu s obzirom na to da je broj električnih vozila samo jedan od faktora u planiranju infrastrukture za punionice. Neki od osnovnih čimbenika koje utječu na daljnji razvoj i planiranje mrežne infrastrukture za punionice su :

- Broj električnih vozila na određenom području
- Navike vozača i punjenja njihovih vozila
- Vrsta električnih vozila
- Karakteristike baterije
- Lokacija punionica

Broj električnih vozila u urbanim sredinama gdje se očekuje povećana koncentracija takvih vozila je nezaobilazan faktor u određivanju količine potrebnih punionica. S povećanjem broja vozila povećava se potreba za punionicama a samim time i potražnja za električnom energijom raste.

Očekuje se povećano opterećenje na mrežu u određenom periodu dana zato što će većina korisnika električnih vozila puniti svoje automobile pri povratku s posla.

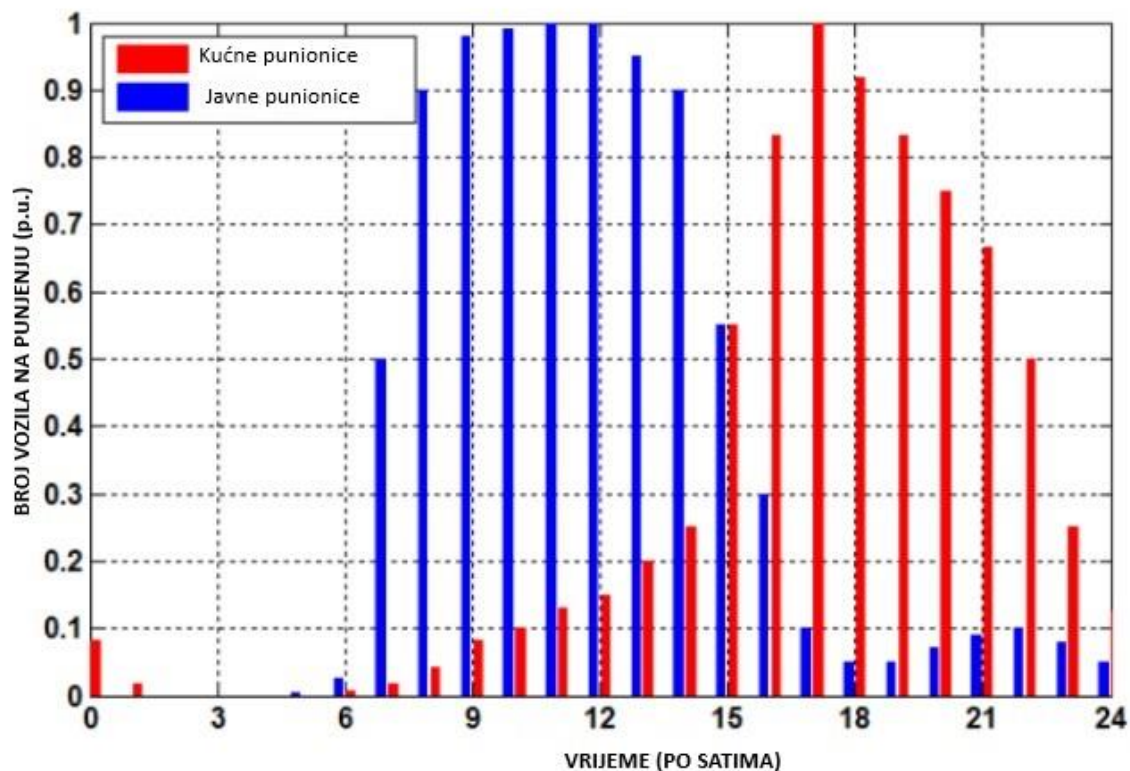
Različite vrste električnih vozila i njihove namjene također utječu na različite zahtjeve za samim punjenjem. Električni autobusi imaju određeni vozni red pa je i njihovo punjenje lakše predvidjeti, punionice mogu biti postavljene na autobusne kolodvore ili na autobusne stanice gdje bi se nalazili ultrabrzi punjači kako bi se vozilo napunilo dovoljno za nastavak putovanja. S druge strane, javna vozila poput taksija ili primjerice vozila hitne pomoći imaju puno nepredvidljivije relacije i trajanje putovanja pa bi se stanice za punjenje trebale nalaziti na mjestima gdje imamo velik dnevni protok ljudi, odnosno u blizini javnih ustanova, bolnica i slično.

U električnim vozilima nalaze se baterije različitih karakteristika, snaga i kapaciteta pa bi se i samo punjenje trebalo odvijati na različite načine kako bi se odabrala najbolja metoda za punjenje određene vrste baterija i tako povećala efikasnost samih punionica.

Lokacije samih stanica za punjenje imaju znatan utjecaj na mrežna opterećenja s obzirom na to da postoji velika razlika u potražnji za električnom energijom između punionice koje se nalazi na autocesti, gdje se očekuje kratko punjenje velikom snagom kako bi se putovanje moglo što prije nastaviti, i javnih punionica u gradovima gdje su punjači puno manje snage.

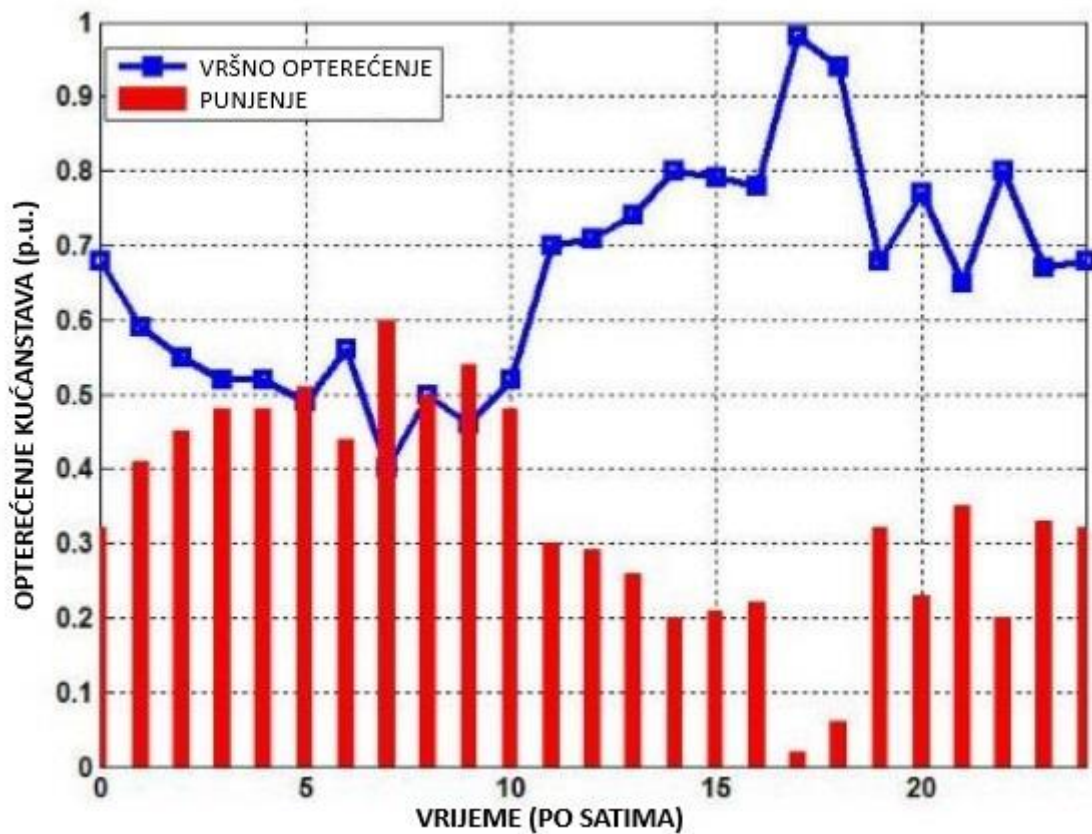
Kako bi se uopće moglo analizirati i predvidjeti buduće potrebe za električnom energijom te planirati ulaganja u postojeću infrastrukturu treba razlikovati dva pristupa samom punjenju. Prvi model predstavlja "nekontrolirano" punjenje gdje svaki korisnik puni svoje vozilo prema potrebi, kad i gdje želi. Na slici 5.1. je prikazan broj vozila koja se pune po satima u danu za "nekontrolirano" punjenje.





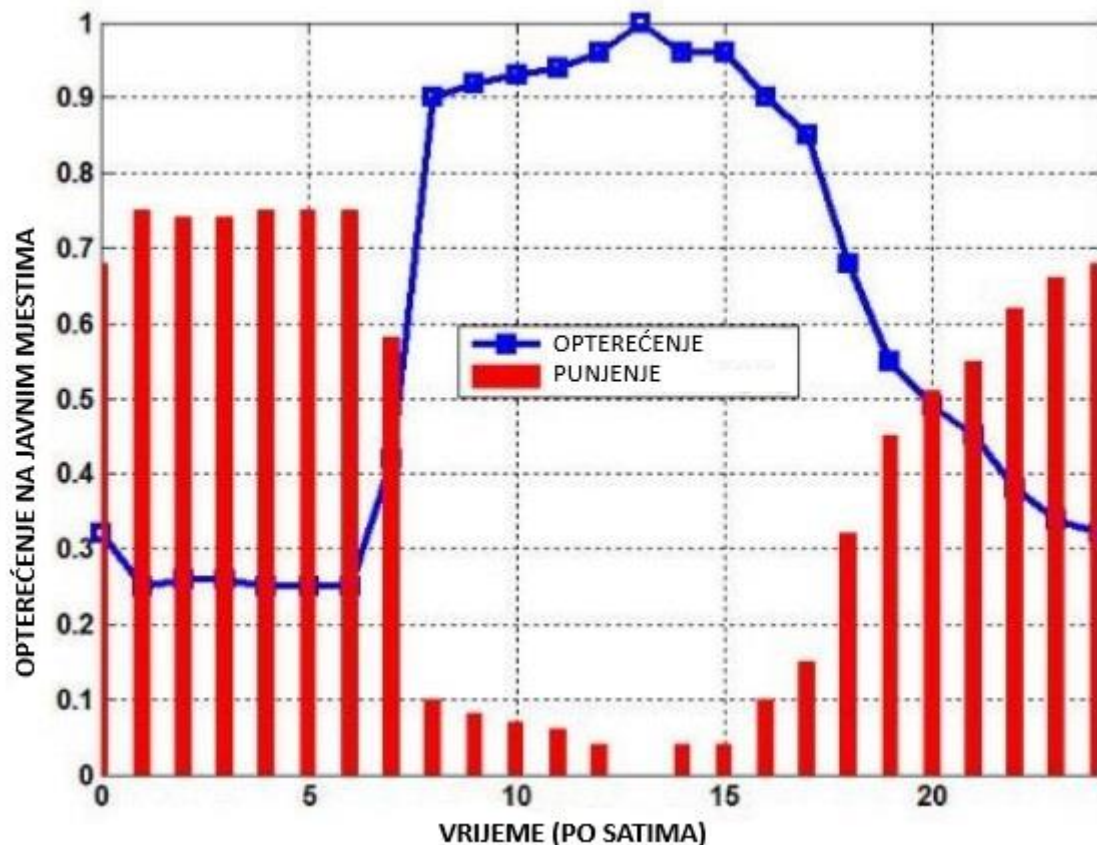
Slika 5.1. Broj vozila na punjenju u p.u.

U takvim uvjetima punjenja električni automobili predstavljeni kao potrošači električne energije imat će znatan utjecaj na vršna opterećenja što rezultira povećanjem potražnje za električnom energijom i povećanim padova napona. Drugi model odnosno "kontrolirano" punjenje se zasniva na principu da se korisnika električnog automobila smatra dijelom pametne mreže, da se punjenje odvija pasivno kad imamo manje opterećenje mreže te da se implementira V2G tehnologija (engl. Vehicle to Grid) gdje se skladištena energija iz baterije vraća u mrežu kada je to potrebno. Na slici 5.2 je prikazano "kontrolirano" punjenje u kućanstvima u usporedbi s dnevnim opterećenjem.



Slika 5.2. Punjenje i opterećenje u kućanstvu

Na slici 5.3. vidimo prikaz "kontroliranog" punjenja električnih vozila na javnim mjestima u odnosu na opterećenje.



Slika 5.3. Punjenje i opterećenje na javnim mjestima

### 5.1. Oscilacije napona

Punjenje električnih vozila stvara brze promjene napona čija veličina ovisi vršnoj vrijednosti prijelazne struje punjenja i impedanciji same mreže. Ovakve brze oscilacije u naponu mogu biti i vidljive i golim okom kod treperenja žarulje. Vršna vrijednost struje ovisi o stanju napunjenosti baterije električnog vozila dok sama razina napunjenost ovisi o temperaturi okoline, starosti i kapacitetu same baterije. Oscilacije u naponu više dolaze do izražaja kod sporog AC punjenja. Najviše su primjetne prilikom početka i kraja punjenja.

### 5.2. Preopterećenje transformatora

Brzi i ultrabrzi punjači predstavljaju praktičnu i efikasnu metodu za rješavanje problema dugotrajnog punjenja, pa se iz tog razloga broj brzih punionica u posljednje vrijeme stalno povećava. Kako se povećava broj električnih vozila i brzih punjača tako se povećava i mogućnost preopterećenja distribucijskih transformatora. Zbog nedostatka kapaciteta napajanja distribucijskih transformatora postoji mogućnost ispada samih transformatora. Također treba napomenuti kako statistički pogled na navike svih punionica na određenoj lokaciji ima prioritet u

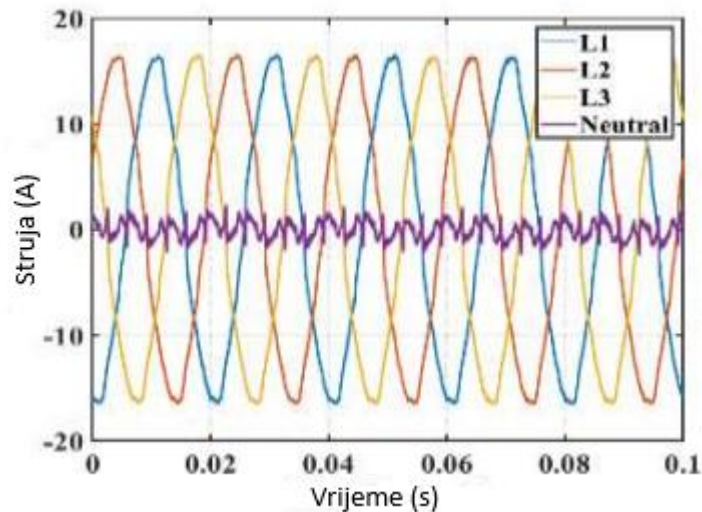
odnosu na točan uzorak punjenja na određenoj punionici jer to u većoj mjeri utječe na preopterećenje transformatora. Lokacija stanica za punjenje također ima važan utjecaj jer mijenja dinamičke karakteristike opterećenja i uzrokuje dodatne gubitke snage što dovodi do veće potražnje za snagom iz distribucijskih transformatora. Prilikom planiranja i izgradnje punionica jedna od ključnih stavki je odabir najbolje moguće lokacije kako bi se osigurala dovoljna pouzdanost.

### **5.3. Izobličenje valnog oblika zbog punjenja električnih vozila**

Razina valnog izobličenja koje nastaju zbog punjenja električnih vozila ovisi o vrsti ispravljača, o snazi punjača, izobličenju napona napajanja i impedanciji mreže. Najjednostavniji diodni ispravljači proizvode velika harmonijska izobličenja ali uz napredak u tehnikama upravljanja i poboljšanjem strujnih krugova unutar punjača nastaje sve manje harmonika. Harmonijsko izobličenje ovisi o ciklusu punjenja koje se dijeli u dva dijela, punjenje konstantnom strujom koje predstavlja veći dio ciklusa i traje od potpuno prazne baterije do 80% razine napunjenosti nakon kojeg slijedi punjenje konstantnim naponom do potpune napunjenosti. Tijekom punjenja konstantnom strujom nastaju puno manja harmonijska izobličenja u odnosu na ciklus punjenja konstantnim naponom gdje su vidljiva puno veća valna izobličenja.

### **5.4. Utjecaj punjenja električnih vozila na neutralni i zaštitni vodič uzemljenja**

Jednofazni ispravljač u kućnim punionicama proizvodi treću harmoničku komponentu u neutralnom vodiču. PWM metoda premještanja harmonika se koristi kako bi se smanjio utjecaj harmonika nižeg reda u sustavu. Kada bi se više punjača priključilo u istom kućanstvu to bi dovelo do povećanja supraharmnika u neutralnom i zaštitnom vodiču što može dovesti do povećanja efektivne vrijednosti neutralne struje kao što je prikazano na slici 5.4. i uzrokovati lažno okidanje FID sklopke.



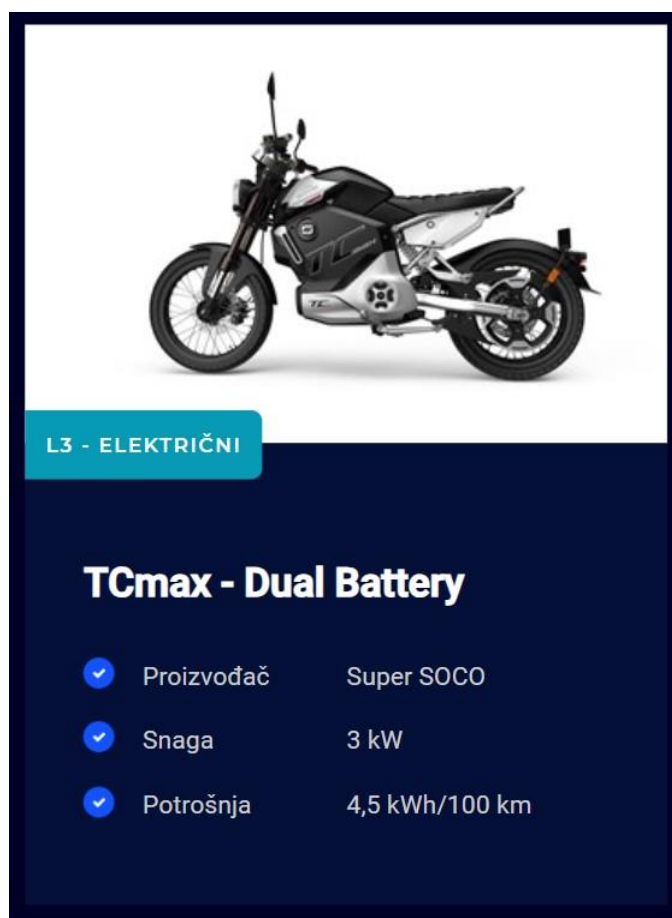
*Slika 5.4. Prikaz struje po vodičima*

### **5.5. Utjecaj pada napona na punionice električnih vozila**

Padovi napona u mreži zbog primjerice kvarova mogu utjecati na veliko geografsko područje pa tako i proširiti do stanica za punjenje. Takvi padovi napona mogu dovesti do nepredviđenog rada punionice i smanjiti životni ciklus baterije u električnom vozilu. Da bi se osigurali zahtjevi za kvalitetu električne energije za punionice električnih vozila propisan je standard SAE J2894. Prema tom standardu u koliko dođe do pada napona na 80% od nominalne vrijednosti punionice moraju ostati napajane do 2 sekunde te proći kroz 12 ciklusa potpunog gubitka napajanja. U koliko napon padne ispod 80% a ostane veći od nule sugerira se da se punjač isključi iz mreže uz pomoć podnaponske zaštite. Ispadanje punjača iz mreže može dovesti do naglog smanjenja ukupnog opterećenja što može dovesti do neprihvatljivo visokih iznosa napona u distribucijskoj mreži. Utjecaj pada napona različit je za svaku vrstu punjača električnih vozila. Može se zaključiti da stabilnost i pouzdanost sustava za punjenje električnih vozila ovisi o njegovu načinu rada te parametrima mreže.


## 6. SUBVENCIONIRANJE ZA ELEKTRIČNA VOZILA

Kako bi se smanjile emisije štetnih plinova u atmosferu te u nastojanju da se smanji zagađenost okoliša bukom, s obzirom na to da se smatra da otprilike 20 % stanovništva Europske unije pati od buke čije se razine smatraju neprihvatljivima, mnoge države potiču korištenje energetski učinkovitih vozila. Prema fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost u Republici Hrvatskoj ukupne emisije CO<sub>2</sub> u prometu iznose oko 5,6 milijuna tona od kojih 3 milijuna tona otpada na cestovni promet. U Hrvatskoj je registrirano preko 2 milijuna vozila od čega je oko 1,5 milijuna osobnih automobila. Procjenjuje se da je prosječno vozilo u RH starosti 12 godina te da godišnje emitira oko 3 tone CO<sub>2</sub> pa se s ciljem poticanja smanjenja onečišćenja zraka uvode subvencije za električna i hibridna vozila. U 2022. godini je od strane Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti osigurano 108,3 milijuna kuna za sufinanciranje energetski učinkovitih vozila. Po pojedinom vozilu bilo je moguće dobiti do 40 % sredstava a maksimalni iznos poticaja ovisi o kategoriji vozila. Za električna vozila L1-L7 kategorije (slika) poticaj je iznosio do 20.000,00 kuna.



Slika 6.1. Vozilo kategorije L3

Za M1 vozila s električnim pogonom do 70.000,00 kuna.



M1 - ELEKTRIČNI


### ID.3 Pro S

✓ Proizvođač	Volkswagen
✓ Snaga	70 kW
✓ Potrošnja	19,4 kWh/100 km

*Slika 6.2. Vozilo kategorije M1 električno*

Dok je za kupnju M1 plug-in hibridnih vozila bilo osigurano do 40.000,00 kuna.





M1 - PLUG IN HIBRIDNI

### CX-60

✓	Proizvođač	Mazda
✓	Snaga	241 kW
✓	Potrošnja	1,5 L/100 km

*Slika 6.3. Vozilo kategorije M1 hibrid*

Sredstva su bila namijenjena i za vozila N1 kategorije i to za plug-in hibridna vozila te ona s električnim pogonom ili s pogonom na SPP, UPP ili vodik za koje je namijenjeno do 70.000 kuna.






N1 - ELEKTRIČNI

**Ford Transit V363 VAN 350L  
L3H2 200kW RWD**

✓ Proizvođač	FORD
✓ Snaga	200 kW
✓ Potrošnja	30,5 kWh/100 km

*Slika 6.4. Vozilo kategorije N1*

S maksimalnih 400.000,00 kuna subvencioniraju se i vozila kategorije N2, N3, M2, M3 s električnim pogonom, plug-in hibridnim pogonom ili pogonom na SPP, UPP ili vodik.



M3 - ELEKTRIČNI

### Lion's City 12E

✓ Proizvođač	MAN
✓ Snaga	160 kW
✓ Potrošnja	90,6 kWh/100 km

The image shows a white and black MAN Lion's City 12E electric bus parked on a paved area. Below the photo is a dark blue information box with a teal header 'M3 - ELEKTRIČNI'. The model name 'Lion's City 12E' is prominently displayed. Below it, three specifications are listed, each with a blue checkmark icon: Manufacturer (MAN), Power (160 kW), and Consumption (90.6 kWh/100 km).

*Slika 6.5. Vozilo kategorije M3*

Iako je u ostatku svijeta i Europe uočeno smanjenje subvencija ekološki prihvatljivija vozila, subvencije i dalje postoje. Tako se primjerice u Japanu nova vozila sljedeće generacije, uključujući električna vozila, plug-in hibride i vozila s gorivim oslobađaju poreza prilikom kupnje. Prilikom kupnje rabljenih električnih vozila porez se umanjuje od 2,4% do 2,7%. Za kupnju novog električnog vozila također postoji subvencija od otprilike 1.100,00 \$ ali postoji mogućnost da se uz zamjenu staro za novo za vozila starija od 13 godina dobije subvencija do 2.700,00 \$. Europska unija osigurala je sredstva za kupnju novih električnih vozila u najvećoj mjeri tako da se subvencioniraju porezne olakšice. U 2011 godini 27 članica Europske unije potpisalo je sporazum o subvencioniranju poreznih olakšica za kupnju ekološki prihvatljivijih vozila.

## 7. ZAKLJUČAK

U današnje vrijeme gdje je jedan od nezaobilaznih problema globalno zatopljenje nastalo zbog emisije onečišćujućih stvari u atmosferu važno se okrenuti čistim izvorima energije. Automobilska industrija jedna je od najvećih zagađivača okoliša pa su mnoge države uvele poticaje i subvencije kako bi se smanjio broj vozila s unutarnjim izgaranjem a povećao broj hibridnih i električnih vozila. U radu su izvršeni proračuni za emisiju CO<sub>2</sub> za potrebe jednog kućanstva gdje se dva automobila fosilnih goriva zamjenjuju s električnim automobilima te je već samo za dva vozila vidljivo godišnje smanjenje CO<sub>2</sub>. Također s obzirom na cijene fosilnih energenata važno je napomenuti kako je primjetna i financijska ušteda. Kada bi se navedeni primjer punionice upotunio sa solarnim panelima, gdje bi se onda sama punionica napajala pomoću solarnih panela a ne direktno iz mreže, automobil bi se u tom slučaju punio pomoću obnovljivih izvora energije pa bi se dodatno smanjila emisija CO<sub>2</sub> i povećale financijske uštede. U bližoj budućnosti očekuje se daljnji razvoj električnih vozila pa tako i samih baterija i punionica. Već postoje određeni proizvođači punionica čiji punjači mogu u nekoliko minuta napuniti vozila za domet od preko 200 km a napretkom u razvoju baterija trebala bi se povećati njihova efikasnost i domet.

## 8. LITERATURA

- [1] Sarode, R.; Eadke, A.: "ELECTRIC VEHICLE (Construction and Working principle)", International Research Journal of Engineering and Technology, Vol. 07, No. 10, 2020
- [2] Brenna, M.; Foadelli, F.; Leone, C.; Longo, M.: "Electric Vehicles Charging Technology Review and Optimal Size Estimation", Journal of Electrical Engineering & Technology, 15:2539–2552, 2020
- [3] E-Punjači by TSG: <https://epunjaci.hr/>, 27. lipnja 2023
- [4] Tim Kabel: <http://www.tim-kabel.hr/content/view/272/343/lang,hrvatski/>, 04. srpnja 2023
- [5] HEP-Distribucija d.o.o.: "TEHNIČKI UVJETI ZA IZBOR I POLAGANJE ELEKTROENERGETSKIH KABELA NAZIVNOG NAPONA 1 kV DO 35 kV", HEP vjesnik Bilten, 2003
- [6] Srb, V.: Električne instalacije i niskonaponske mreže, Tehnička knjiga, Zagreb, 1991
- [7] Liu, Q.; Fang, H.; Wang, J.; Yan, L.: "The Impact of Electric Vehicle Charging Station on the Grid", International Conference on Applied Science and Engineering Innovation (ASEI 2015)
- [8] Hui, S.; Yonghai, X.: "Study on the impact of voltage sags on different types of electric vehicle chargers": <https://ieeexplore.ieee.org/document/7576319>, 25. kolovoz 2023

## **9. SAŽETAK**

Prva električna vozila izumljena su još u prvoj polovici 19. stoljeća no njihova komercijalna uporaba počela je tek krajem 1990-ih i to u najvećoj mjeri zbog naftnog embarga. Zadnjih nekoliko godina sve češće vidamo električna vozila i na našim prometnicama te svakodnevno dolazi do napretka u tehnologiji električnih vozila. Kako bi se smanjila emisija CO<sub>2</sub> moramo smanjiti količinu vozila s unutarnjim izgaranjem. Povećanjem infrastrukture prometnica te modernim načinom života dolazi do potrebe da se poveća domet električnih vozila te poveća količina punionica električnih vozila. U radu se opisuje projekt punionice za potrebe kućanstva te se vrše određeni proračuni za instalaciju same punionice kako bi se približila problematika i poboljšalo razumijevanje samih stanica za punjenje električnih vozila.

Ključne riječi: Električna vozila, priključci, punionice EV, projekt

## **ABSTRACT**

The first electric vehicles were invented in the beginning of the 19th century, but their commercial use only began in the late 1990s, largely due to the oil embargo. In the last few years, we see electric vehicles more and more often on our roads, and every day there is progress in the technology of electric vehicles. In order to reduce CO<sub>2</sub> emissions, we must reduce the amount of vehicles with internal combustion. With the increase in road infrastructure and the modern way of life, there is a need to increase the range of electric vehicles and to increase the number of charging stations for electric vehicles. The paper describes the project of a charging station for household needs and certain calculations are made for the installation of the charging station itself in order to approach the problem and improve the understanding of electric vehicle charging stations themselves.

Keywords: Electric vehicles, connectors, EV charging stations, project