

# Stavovi vlasnika električnih vozila o sigurnosnim aspektima EV punionica

## *Attitudes of Electric Vehicle Owners to Safety*

### *Aspects of EV Charging Stations*

Manuela Žakula, mag. ing. sec.  
Tin Butala, bacc. ing. sec.

---

#### SAŽETAK

Znanstveni rad „Stavovi vlasnika električnih vozila o sigurnosnim aspektima EV punionica” fokusiran je na značaj punionica električnih vozila. Opisani su načini punjenja električnih vozila i karakteristike svakog od tih načina kroz kategorizaciju punjenja kojeg su opisali IEC i SAE standardi. Uz navedene načine punjenja prikazana je i opisana podjela pripadajućih priključaka koji se koriste za postojeće punionice. Ukratko su opisani troškovi koji se mogu pojaviti kod punjenja te su predstavljene neke punionice koje se koriste u punjenju kod kuće ili na javnim mjestima. Dodatno, opisani su postojeći rizični čimbenici koji mogu dovesti do gorenja punionice električnog vozila. Znanstvene publikacije upućuju na to da gašenje požara na električnom vozilu traje satima. U pitanju su litij-ionske baterije jer pretjerano punjenje i visoke temperature predstavljaju ključni rizični čimbenik. Osim baterije, uklatko su navedeni drugi rizični čimbenici kao što je proces punjenja (neadekvatno i neučinkovito punjenje) i prometne nezgode. U radu je provedeno anketno istraživanje vlasnika električnih vozila. Rezultati istraživanja pokazali su da visok postotak ispitanika živi u urbanom području. Dobiveni rezultati istraživanja pokazali su da većina ispitanika posjeduje samo jedno električno vozilo u svojem kućanstvu, ali da za kupnju električnog vozila žele koristiti vlastita sredstva i sredstva EU-a. Smatraju da su cijene punjenja električnih vozila u Hrvatskoj veće u odnosu na ostali dio Europe te da punionice za električna vozila moraju biti locirane i dostupne u gradovima, turi-

Manuela Žakula, mag. ing. sec., Veleučilište u Karlovcu, J. J. Strossmayera 9, 47000 Karlovac,  
manuela.zakula@vuka.hr

Tin Butala, bacc. ing. sec., Javna vatrogasna postrojba Karlovac, Gažanski trg 11, 47000 Karlovac,  
tinvatrogasac@gmail.com

stičkim odredištima, benzinskim postajama. Najveća briga im je nesigurnost punjenja, dugotrajnost i velike udaljenosti među EV punionicama.

**Ključne riječi:** električna vozila, priključci za punjenje, punionice, punjenje kod kuće, punjenje na javnim mjestima, rizični čimbenici, gorenje

### Summary

*The scientific paper "Attitudes of electric vehicle owners on the safety aspects of EV charging stations" is focused on the importance of electric vehicle charging stations. The methods of charging electric vehicles and the characteristics of each of these methods are described through the categorization of charging described by ICE and SAE standards. In addition to the aforementioned charging methods, the division of the associated connections used for existing charging stations for electric vehicles is also shown. The costs that may occur during charging are briefly described and some charging stations used for charging at home or in public places are presented. Additionally, the existing risk factors that can lead to fires on the electric vehicle charging station are described. Scientific publications indicate that extinguishing a fire on an electric vehicle may take hours. Lithium-ion batteries are in question because excessive charging and high temperatures represent a key risk factor. In addition to the lithium-ion battery, other risk factors such as the charging process (inadequate and ineffective charging) and traffic accidents are briefly mentioned. The results of the survey showed that a high percentage of respondents live in urban areas. The research results showed that the majority of respondents own only one electric vehicle in their household, but that they want to use their own and EU funds to buy an electric vehicle. They believe that the prices of charging electric vehicles in Croatia are higher than in the rest of Europe and that charging stations for electric vehicles must be located and accessible in cities, tourist destinations, and gas stations. Their biggest concern is the uncertainty of charging, long duration, and long distances between EV charging stations.*

*Key words: electric vehicles, charging ports, charging stations, charging at home, charging in public places, risk factors, burning*

## UVOD

### *Introduction*

EU ima namjeru postati klimatski neutralna do 2050. godine s obzirom na provedbu zelene tranzicije. Ističe se Europski zeleni sporazum (engl. European Green Deal). Isti je objavljen u prosincu 2019. godine (Europska komisija, 2011.). Predsjednica Komisije Ursula von der Leyen objavila je Europski zeleni sporazum (Europska komisija, 2011) s ciljem da pomogne građanima Europske unije (EU) u različitim aspektima života i rada. Fokus zelene tranzicije je na raspoređivanju novčanih sredstva u istraživanje i razvoj za različite sektore (obnovljivi izvori energije) ili da se potakne sve veća i povoljnija kupnja električnih i drugih srodnih vozila (EV; PHEV), da se omogući održivo gospodarenje otpadom te smanji udio ekoloških poreza u ukupnim poreznim prihodima za EU zemlje. Glavni je cilj nove i zelene strategije transformacija europskog društva u resursno učinkovitu i konkurentnu ekonomiju. Do sada je smanjena razina emisije stakleničkih plinova za 23 %, što nije dostatno. Sukladno Strateškim odrednicama za razvoj zelenog gospodarstva Republike Hrvatske koncept „zelenog gospodarstva” podrazumijeva tehnološki razvoj, novu industrijalizaciju, restrukturiranje poslovnog sektora i infrastrukturu usklađenu s prirodnim, ljudskim i kapitalnim kapacitetima i potrebama (Beber, Pašičko i Car, 2018). Uz to, istovremeno ide učinkovito korištenje energije, smanjenje emisija stakleničkih plinova, učinkovito korištenje prirodnih resursa, stvaranje manje otpada i smanjenje socijalnih nejednakosti (Hafner i Raimondi, 2020). Zeleni plan promovira povoljniju kupnju EV-a, čime potiče potrebu za ugradnjom punionica za električna vozila diljem Europe, ali i Hrvatske. Prema podacima Eurostata (2022), došlo je do značajnog porasta kupnje električnih/hibridnih vozila od 2013. godine do 2021. godine, od 0 % do 6 % na europskoj razini. Nizozemska prednjači u broju EV-a. U 2011. godini, Nizozemska nije imala niti jedno električno vozilo. S godinama, došlo je do povećanja broja EV-a i u 2020. godini bilo je 20,2 % vozila (Eurostat 2022). Osim Nizozemske, dobre rezultate za kupnju EV-a bilježe Švedska, Francuska i Danska. S obzirom na Hrvatsku, podaci Eurostata (2022) pokazali su dugogodišnje stagniranje i nakon 2019. pokreće se veća kupnja EV-a te se trend kupnje nastavlja (Europska agencija za okoliš, 2022).

Većina svjetskih proizvođača EV-a najavljuje pokretanje masovne proizvodnje u narednim godinama. Elektropriredne organizacije pripremaju se odgovoriti na buduću masovnu potrebu za punjenjem EV-a. Izgradnjom infrastrukture za punionice EV-a nastoji se omogućiti njihova široka uporaba i tržišni plasman, s tim da su projekti

izgradnje mreže punionica EV-a već pokrenuti u većini većih europskih gradova. Cilj rada je ispitati stavove ispitanika o aktualnom stanju punionica EV-a u Hrvatskoj. Također, cilj je utvrditi ključne rizične čimbenike koji potiču gorenje punionica EV-a.

## 1.1 OPĆENITO O ELEKTRIČNIM PUNIONICAMA

Infrastruktura koja omogućuje ključnu vezu između istrošene baterije EV-a i električnog izvora koji će napuniti tu bateriju naziva se oprema za napajanje električnih vozila (ONEV) (Kettles, 2015). ONEV isporučuje električnu energiju iz električnog izvora kako bi se napunilo EV na siguran i odgovarajući način. ONEV jedinice se obično odnose na punionice za električna vozila. Temeljna ONEV oprema povezana je s izvorom električne energije koja omogućuje protok izmjenične struje (AC) ili istosmjerne struje (DC) za opskrbu električnom energijom pogonskih baterija vozila (Kettles, 2015). Kapaciteti za punjenje ONEV opcije su ključni jer određuju koliko dugo se baterija puni. Na primjer, DC ONEV dostupni su na 29, 30 ili 50 ampera ili na većim kapacitetima i na većim jedinicama ampera za brže vrijeme punjenja (Kettles, 2015). Diljem svijeta tri su različita sustava punjenja standardizirana za spajanje električnih vozila, ali nisu međusobno kompatibilni, ali zadovoljavaju visoke sigurnosne zahtjeve za potrošače. Utikači moraju biti potpuno umetnuti u EV i pri tome spoj zaštitnog vodiča uzemljenja mora biti ispravan. Ako jedan od tih uvjeta nije ispunjen, punjenje neće započeti. Takav sveobuhvatan sigurnosni sustav sastoji se od dodatnih mehaničkih zaštitnih uređaja za kontakte (Menneks Solutions, 2023). Prijenos punjenja plug-in hibridna i EV-a odvija se na način da unesena električna energija napaja baterije iz električne mreže. Standardno se punjenje provodi dok su vozila parkirana, dok su spojena na standardne električne instalacije ili na posebnu infrastrukturu za punjenje električnih vozila (punionica). Pri tome razlikuju se tri modela punionica (Lemo Learning e-mobility, 2023):

- kućne punionice u garažama vozača,
- javne punionice na parkiralištima i uz prometnice,
- brze punionice na glavnim prometnicama i autocestama.

Ključno je razumjeti da proces punjenja EV-a nije na svim mjestima jednak. Kako se baterija približava svojoj stopo-

stotnoj razini, punjenje je sporije. U biti, kako se baterija sve više puni, smanjuje se protok struje pa je potrebno još vremena da se u potpunosti napuni baterija. To se naziva „prigušivanje”, koje se može uočiti na oko 80 % punjenosti, a najuočljivije je na zadnjih 5 %. Neke stanice za punjenje čak zaustave postupak punjenja čim baterija dosegne 80 % (Lemo Learning e-mobility). Hrvatska je krajem 2022. godine brojala oko 950 javno dostupnih punionica s oko 1.700 priključaka za punjenje, a trenutačno je registrirano 5.700 EV-a. Na cesti su 3,3 EV-a po javno dostupnom priključku za punjenje. Potrebno je uzeti u obzir i da više od 60 % vlasnika električnih vozila u Hrvatskoj puni vozilo kod kuće. Hrvatsku je je prošle godine agencija Uswitch proglasila drugom najboljom zemljom za putovanje EV-a unutar Europe, ali još uvijek ima manje električnih vozila od većine europskih zemalja (Hrvatska Udruga Strujni krug, 2023).

### **1.1.1 Vrste punionica za električna vozila**

Kompaktni uređaji za AC punjenje koji se mogu instalirati na zid ili stup. Obično im je snaga između 3,7 kW i 22 kW te se razlikuju ovisno o tome što je korisniku potrebno. Obično imaju i dodatne digitalne karakteristike kao što su prilagođavanje snage punjenja, prikaz stanja punjenja i slično. AC wallbox punjači smatraju se najpraktičnijim načinom punjenja električnih vozila na poslu ili kod kuće.

### **1.1.2 Kućne punionice za električna vozila**

Velika većina električnih vozila puni se u domovima vlasnika. To znači da vlasnici EV-a mogu puniti vozila koristeći spore punjače direktno regularnom utičnicom ili instaliranjem kućne punionice. Korištenje regularne utičnice najsporija je vrsta punjenja – to je noćno punjenje. Međutim, noćno punjenje ne može osigurati 100 % napunjenost baterije za neke modele automobila. Na primjer, osam sati punjenja korištenjem 3,3 kW (230 V / 16 A) može napuniti najviše 26,4 kW, samo s jednom fazom.

### **1.1.3 Javne punionice**

Činjenica je da je kućno punjenje dostupno svakom vlasniku EV-a, međutim mijenja se kada je potrebno nekamo otputovati. Parkirališta, benzinske postaje, trgovački centri i slična mjesta sve su više ispunjena punionicama EV-a. Vrijeme provedeno na punionicama uglavnom je kratko. Problem za vlasnike EV-a može biti to da javne punionice nije lako uočiti ili da nema dovoljno ugrađenih punionica

EV-a. Postoje razne aplikacije koje se mogu instalirati na pametnim telefonima. S pomoću tih instaliranih aplikacija može se pronaći najbliža stanica za punjenje, ali često se javljaju problemi s prijavljivanjem u aplikacije koje su namijenjene za punjenje električnih vozila.

#### 1.1.4 Cjenovni trošak punjenja električnih vozila u RH

Troškovi punjenja unutar RH kreću se od 0,06 € do 0,40 €, ovisno o modelu EV-a te je li je razdoblje više ili niže tarife (Tablica 1).

Tablica 1. Prikaz troškova punjenja električnih vozila u RH

Table 1 Costs of charging electric vehicles in the Republic of Croatia

Tip punjenja	AC-punjenje na priključcima nazivne snage do 22,1 kW	DC-punjenje na priključcima nazivne snage od 22,2 kW do 50 kW
Cijena za kWh u razdoblju više tarife (s PDV-om)*	0,29 €	0,40 €
Cijena za kWh u razdoblju niže tarife (s PDV-om)*	0,24 €	0,34 €
Dozvoljeno trajanje punjenja	180 min	60 min
Prekoračenje dozvoljenog trajanja punjenja (s PDV-om)	0,06 €/min	0,06 €/min

Izvor: HEP

## 1.2 RIZIČNI ČIMBENICI ZA NASTANAK POŽARA NA PUNIONICAMA

Sustav zaštite od požara podrazumijeva planiranje zaštite od požara, propisivanje mjera zaštite od požara građevina, ustrojavanje subjekata zaštite od požara, provođenje mjera zaštite od požara, financiranje zaštite od požara te osposobljavanje i ovlašćivanje za obavljanje poslova zaštite od požara, s ciljem zaštite života, zdravlja i sigurnosti ljudi i životinja te sigurnosti materijalnih dobara, okoliša i prirode od požara, uz društveno i gospodarski prihvatljiv požarni rizik (NN 92/10, 114/22).

Gašenje požara na električnom vozilu zahtijeva vrlo stručan pristup pripadnika vatrogasnih postrojbi. Problem je litij-ionska baterija, zatim mogućnost strujnog udara te trovanje kemijskim tvarima i dimom. Gašenje požara može trajati satima, uz mogućnost razbuktavanja požara.

Daleko specifičnija je situacija s gašenjem požara punionice za električna vozila. Kod EV-a treba uvažiti sigurnosni aspekt. Budući da se električna energija visokog napona prenosi između stanica za punjenje i električnih vozila, mogući su kvarovi. U budućnosti se očekuje povećanje broja punionica EV-a, ali i veće mogućnosti požara na punionicama za električna vozila jer raste trend kupnje električnih vozila. Jedno od dostupnih rješenja je protupožarna zaštita određenog prostora garaže stvaranjem „sigurne kutije”. Točnije, betonski strop zaštititi se vatrootpornim silikatnim betonskim pločama koje su otporne na vlagu i samonosive. Te ploče razvijene su kako bi satima odoljevale vatri i pritom mogu izdržati ekstremno visoke temperature (više od 1400 °C). Radi se o laganoj, samonosivoj ploči od kalcijeva silikata koja se lako reže i ima dobru mehaničku otpornost te se može upotrijebiti kao protupožarna obloga perimetralnih zidova, u dijelu garaže gdje se parkira električno vozilo. Drugi kritičan problem u elektromobilnosti je opsežna uporaba električnih kabela koji u mnogim prostorima imaju važnu i stratešku ulogu. Ožičenje s odgovarajućom klasom otpornosti na požar smanjuje opasnost od nastanka požara i njegova širenja čime je proces gašenja znatno lakši (PROMAT, 2023).

Postoji nekoliko ključnih točaka koje je potrebno razmotriti pri evaluaciji rizičnih čimbenika koji se tiču punjenja EV-a. Prva ključna točka je punjenje EV-a. Punionice EV-a podliježu istim rizicima kao i bilo koje druge električne instalacije. Njihova sigurnost i zaštita ovise u velikom dijelu o kvaliteti ožičenja i komponenata, ali i o kompetencijama stručnjaka koji instaliraju punionice EV-a (važno kod kućnih punionica EV-a). Neispravno ili zastarjelo ožičenje može dovesti do kratkog spoja, električnog luka i/ili pregrijavanja, pa tako dolazi do požara. Nadalje, prekidači strujnog kruga s pogreškom uzemljenja koji se koriste u tim instalacijama također imaju visoku stopu kvarova, procijenjenu na 57 %. Proizvođači opreme za punjenje moraju se pridržavati Nacionalnog električnog kodeksa (NFPA, 2023) koji nalaže da svu opremu certificira neovisna agencija. Moraju instalirati odgovarajuće uzemljenje i koristiti opremu za nadzor koja može detektirati iznimno povišenu temperaturu te tako prekinuti proces punjenja. Drugi rizik tiče se punjenja vozila. Može doći do požara litij-ionske baterije jer se tijekom punjenja ćelije pregrijevaju ili u slučaju kada postoji kvar u bateriji ili u upravljačkom sustavu baterije (STAT, 2023).

Istraživanje autorice Hall (2023) ukazalo je na to da najveći rizični čimbenik za požar na EV-a litij-ionska baterija.

Jako je teško ugasiti požar na EV-u i zato je potrebna posebna obuka za pripadnike vatrogasnih postrojbi. Radi se o tome da vatra može gorjeti satima i da je vatrogascima jako teško ugasiti taj požar. Pretjerano punjenje i visoke temperature predstavljaju rizik od požara litij-ionske baterije (Hall, 2023).

Istraživanje autora Gomez i Mohd Tohir (2023) navodi da je jedan od glavnih problema razina topline u baterijskim sustavima. Istraživanje je potvrdilo da su baterije EV-a sklone termalnom izljevu, što može dovesti do paljenja cijelog vozila. Uglavnom, recentni incidenti požara na električnim vozilima bili su povezani s problemima s baterijama, s obzirom na to da su baterije i dalje primarni uzrok takvih požara, ali treba napomenuti druge čimbenike poput podmetanja požara, kontinuirana nebriga, proces punjenja i prometne nezgode. Prethodno navedeni rizični čimbenici dovode do izbijanja požara na električnim vozilima (Gomez i Mohd Tohir, 2023) stoga je u budućnosti potrebno još više istražiti i razmotriti navedene čimbenike.

## **METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA**

### *Research methodology*

Provedeno je anketno istraživanje (N = 60) ispitanika koji u svojem posjedu imaju električno vozilo, od kojih je 40 muškaraca i 20 žena. Istraživanje je provedeno u rujnu 2023. godine i obuhvaćalo je ispitanike iz 20 županija Hrvatske: Krapinsko-zagorska, Sisačko-moslavačka, Karlovačka, Varaždinska, Koprivničko-križevačka, Bjelovarsko-bilogorska, Primorsko-goranska, Ličko-senjska, Virovitičko-podravska, Požeško-slavonska, Brodsko-posavska, Zadarska, Osječko-baranjska, Šibensko-kninska, Vukovarsko-srijemska, Istarska, Dubrovačko-neretvanska i Međimurska, izuzev Splitsko-dalmatinske županije. Anketni upitnik sadržavao je 19 pitanja. Upitniku se pristupalo dobrovoljno i anonimno i svaki je ispitanik u bilo kojem trenutku mogao odustati od sudjelovanja. Metoda anketiranja postupak je kojim se na temelju anketnog upitnika istražuju i prikupljaju podaci, stavovi i informacije o predmetu istraživanja (stavovi vlasnika električnih vozila o punionicama EV-a) (Zelenika, 2000). Anketni upitnik obrađen je u Google Forms. Sastavljeno je 19 pitanja koji su razvrstani u tri skupine pitanja. Prva skupina odnosi na socioemografska pitanja (spol, dob, mjesto, stručna sprema ispitanika, broj EV-a u kućanstvu.) Druga skupina pitanja odnosi se na stavove ispitanika o dostupnosti i funkcionalnosti punionica EV-a na hrvatskim cestama, dok se treća skupina pitanja odnosi na rizične čimbenike vezane za požara na punionicama EV-a.



## REZULTATI

### Results

Od 60 ispitanika njih 66,7 % (Tablica 2) čine muškarci, srednje životne dobi od 31 do 40 godina života, dok ih je najmanje od 60 i više godina života (tablica 3.).

Tablica 2. Spol ispitanika

Table 2 Sex of respondents

Spol:		
	Frekvencija	%
M	40	66,7
Ž	20	33,3
Ukupno	60	100,0

Tablica 3. Dob ispitanika

Table 3 Age of respondents

Dob:		
	Frekvencija	%
20 – 30	4	6,7
31 – 40	31	51,7
42 – 50	17	28,3
51 – 60	7	11,7
60 i više	1	1,7
Ukupno	60	100,0

Prema Tablici 4 vidljivo je kako ispitanici sa srednjom stručnom spremom (SSS) i višom stručnom spremom čine najzastupljeniju obrazovnu strukturu u ovom istraživanju (40,170,3 %), dok Tablica 5 prikazuje vrstu mjesta stanovanja.

Tablica 4. Obrazovna struktura

Table 4 Educational structure

Obrazovna struktura:		
	Frekvencija	%
SSS	24	40,0
VŠS(bacc.struke)	20	33,3
VSS (magistar struke)	13	21,7
Poslijediplomski studij	3	5,0
Ukupno	60	100,0

Tablica 5. Boravišna struktura ispitanika

Table 5 Residential structure of respondents

Mjesto življenja:		
	Frekvencija	%
Urbano područje	42	70,0
Ruralno područje	18	30,0
Ukupno	60	100,0

Dobiveni rezultati istraživanja u Tablicama 6 i 7 pokazali su da iznadprosječan broj ispitanika posjeduje samo jedno električno vozilo u svojem kućanstvu (88,3 %), ali da za kupnju električnog vozila, žele koristiti vlastita sredstva i sredstva EU-a (60,0 %).

Koliko električnih vozila imate?		
	Frekvencija	%
1	53	88,3
2	3	5,0
3 i više	4	6,7
Ukupno	60	100,0

Tablica 6. Broj EV-a u posjedu

Table 6 Number of EV owned

Planirate kupnju el. vozila /sredstva za kupnju		
	Frekvencija	%
Vlastita sredstva	13	21,7
Korištenje EU poticaja	4	6,7
VI. sredstva i EU poticaji (kombinirano)	36	60,0
Drugo	4	6,7
Ukupno	57	95,0

Tablica 7. Plan za kupnju EV-a

Table 7 Plan to purchase an EV

Usporedbom Tablice 8 i Tablice 9 utvrđeno je da su cijenom punjenja električnih vozila u Hrvatskoj manje zadovoljni u odnosu na vlasnike EV-a u Europi, gdje ispitanici smatraju da je cijena punjenja povoljna.

Cijene usluga punjenja el. vozila u RH		
	Frekvencija	%
uopće nisu povoljne	10	16,7
nepovoljne su	11	18,3
niti povoljne niti nepovoljne	24	40,0
povoljne	15	25,0
iznimno povoljne		
Ukupno	60	100,0

Tablica 8. Cijene punjenja EV-a u RH

Table 8 Prices of charging in th RC

Cijene usluga punjenja el. vozila u RH		
	Frekvencija	%
uopće nisu povoljne	10	16,7
nepovoljne su	11	18,3
niti povoljne niti nepovoljne	24	40,0
povoljne	15	25,0
iznimno povoljne		
Ukupno	60	100,0

Tablica 9. Cijene punjenja EV-a u EU-u

Table 9 Prices of charging in the EU

Ispitanici smatraju da punionice za električna vozila moraju biti locirane i dostupne u gradovima, na turističkim odredištima, benzinskim postajama (88,3 %) (Tablica 10). Prema Tablici 11 vidljivo je kako je od 60 ispitanika samo njih dvoje imalo osobno iskustvo s požarom, no vozače električnih automobila zabrinjava nesigurnost punjenja, dugotrajnost i velike udaljenosti između punionica EV-a (38,3 %).

Stav ispitanika o infrastrukturi punionica: trebaju najviše biti:			
		Frekvencija	%
	Punionica u gradovima	4	6,7
	Punionica u turističkim odredištima	1	1,7
	Punionica na benzinskim crpkama na autoputu	2	3,3
	Sve navedeno	53	88,3
	Ukupno	60	100,0

Tablica 10.  
Infrastruktura punionica

Table 10  
Infrastructure of filling stations

Požar na punionici el. vozila?			
		Frekvencija	%
	da	2	3,3
	ne	58	96,7
	ukupno	60	100,0

Tablica 11. Osobno iskustvo požara

Table 11 Personally experienced fires

U Tablici 12 ispitanici ističu kako sigurnost i zaštita uvelike ovise o kvaliteti ožičenja i komponenti, kao i o stručnosti instalatera, dok kao ključni rizik od požara ističu oštećenje ili pregrijavanje zbog unutarnje pogreške koja bi mogla uzrokovati požar (Tablica 13).

Procjena rizika		
	Frekvencija	%
sustav punjenja.	4	6,7
punjači EV-a suočeni su s istim rizikom od požara kao i bilo koja električna instalacija.	8	13,3
sigurnost i zaštita uvelike ovise o kvaliteti ožičenja i komponenti, kao i o stručnosti instalatera.	27	45,0
neispravno ili zastarjelo ožičenje	3	5,0
ništa od navedenoga	5	8,3
sve navedeno	13	21,7
Ukupno	60	100,0

Tablica 12. Procjena rizika

Table 12 Risk estimate

Odaberite ključni rizike požara punionica EV-a		
	Frekvencija	%
korištenje litij-ionske baterije koje su osjetljive na visoke temperature.	7	11,7
izlaganje visokim temperaturama (dolazi do nekontroliranog samozapaljenja)	1	1,7
sustav za pohranu energije	3	5,0
oštećenje ili pregrijavanje zbog unutarnje greške koja bi mogla uzrokovati požar.	34	56,7
ništa od navedenog	2	3,3
sve navedeno	13	21,7
Ukupno	60	100,0

Tablica 13. Ključni rizici za požar na EV-u

Table 13 Key risks for fire outbreak on an EV

Tablica 14 upućuje na to da 30 % ispitanika koristi Walbox punionicu, dok su ispitanici za pitanje o asistenciji za prijavljivanje u aplikaciju za punjenje EV-a odabrali kategoriju ostalo za asistenciju/pomoć pri prijavljivanju u aplikaciju za punjenje EV-a (Tablica 15).

Vrsta punionica		
	Frekvencija	%
Wallbox punionica	18	30,0
AC-punionica (za istovremeno punjene dva vozila)	12	20,0
AC/DC-punionica	13	21,7
Ultra brza DC-punionica	17	28,3
Ukupno	60	100,0

Tablica 14. Najčešće korištene punionice

*Table 14 Most frequently used charging stations*

Asistencija za ulogiranje u aplikaciju za punjenje EV-a		
	Frekvencija	%
proizvođač	16	26,7
auto kući	15	25,0
prijateljima	10	16,7
ostalo	19	31,7
Ukupno	60	100,0

Tablica 15. Asistencija za prijavu u aplikaciju

*Table 15 Assistance to log in the app*

## RASPRAVA I ZAKLJUČAK

### *Discussion and conclusion*

Anketno ispitivanje provedeno je na uzorku od 60 ispitanika iz 20 županija u Hrvatskoj. Prosječan vlasnik električnog vozila u Hrvatskoj je muškarac, star 35 godina, više stručne spreme. U posjedu ima jedno električno vozilo te živi u urbanom području. Dobiveni rezultati istraživanja u Tablici 6 pokazali su da većina ispitanika posjeduje samo jedno električno vozilo u svojem kućanstvu (88,3 %), ali da za kupnju električnog vozila žele koristiti vlastita sredstva i sredstva EU-a (60,0 %) (Tablica 7). Usporedbom Tablice 8 i Tablice 9 utvrđeno je da su cijene punjenja električnih vozila u Hrvatskoj veće u odnosu na ostali dio Europe. Ispitanici smatraju da punionice za električna vozila moraju biti locirane i dostupne u gradovima, turističkim odredištima, benzinskim postajama (88,3 %) (Tablica 10). Pre-

ma Tablici 11 dvoje ispitanika imalo je osobno iskustvo s požarom, no vozače električnih automobila zabrinjava nesigurnost punjenja, dugotrajnost i velike udaljenosti između punionica EV-a. Za razliku od vlasnika električnih vozila u Europskoj uniji, koji u najvećem postotku smatraju kako je cijena punjenja električnih vozila povoljna, u Hrvatskoj vlasnici smatraju u najvećem postotku da niti je povoljna niti nepovoljna. U usporedbi dobivenim rezultatima istraživanja u ovom radu i drugim rezultatima istraživanja, značajano je istraživanje autora Falchetta i Noussana (2021) koji su proveli analizu o rapidnom i brzom povećanju javno dostupnih punionica EV-a u većem broju europskih država, u zadnjih pet godina, uz postupno povećanje mjesta punjenja u 2019. i 2020. godini. Takav trend usklađen je s povećanjem broja kupljenih EV-a u Europi. U biti, rezultati su pokazali srednju vrijednost postotka između broja EV-a i broja punionica u državama EU-a (od 1,6 % do 7.2%, od 2015. do 2020. godine) (Falchetta, Noussan, 2021). Rezultati istraživanja ukazali su na deficite u Španjolskoj, Grčkoj i Istočnoj Europi, a razlog tomu su velike nejednakosti među zemljama i unutar njih, kako u pogledu pristupačnosti, tako i u pogledu mjesta za punjenje dostupnih korisnicima (Falchetta i Noussan, 2021). U 2021. godini, procijenjeno je da u Europi ima 375,000 punionica EV-a. Međutim, nedavna analiza društva McKinsey (2022) pokazala je da će čak i u najkonzervativnijem scenariju EU-27 državama biti potrebno najmanje 3,4 milijuna funkcionalnih punionica do 2030. godine. Bit će potrebne opsežne nadogradnje komunalne mreže za distribuciju električne energije za nove punionice. Sve u svemu, ta izgradnja infrastrukture za punjenje električnih vozila mogla bi kumulativno koštati više od 240 milijardi eura do 2030.godine (Conzade, Nägele, Ramanathan i Schaufuss 2022).

Sukladno Europskom zelenom planu i raspoređenim sredstvima za kupnju EV-a, uvećava se potreba za instalacijama punionica EV-a u Hrvatskoj. Kritičan problem punjenja EV-a opsežna je uporaba električnih kabela koji imaju stratešku ulogu. Ožičenje s odgovarajućom klasom otpornosti na požar smanjuje opasnost od požara i njegova širenja i time proces gašenja je znatno lakši. Glavni rezultat istraživanja ovog rada pokazao je kako je najvažniji ključni rizik za izbijanje požara na punionicama EV-a oštećenje ili pregrijavanje zbog unutarnje greške koja bi mogla uzrokovati požar. Iako je ovo istraživanje provedeno na malom uzorku od 60 osoba, zbog atraktivnosti teme i važnosti u protupožarnoj zaštiti važno je da se istraživanja nastave kako bi se dodatno educirali vlasnici i primje-

rene službe o opasnostima, prevenciji i samom djelovanju u nesreći.

S obzirom na istraživanje stavova ispitanika o punionica EV-a, pronađeno je kvalitetno istraživanje (Deloitte, 2023). Rezultati su pokazali da 88 % ispitanih potrošača ima pozitivan stav o povećanju vladine potpore infrastrukturi za punionice EV-a, zatim 59 % ispitanika smatra da bi se broj dostupnih punionica EV-a trebao značajno povećati kako bi se zadovoljila rastuća potražnja za električnim vozilima i 67 % ispitanika vjerojatnije će razmotriti kupnju EV-a ako postoje pouzdana podrška vlade i sigurna infrastruktura za punjenje.

Stoga, zaključuje se da će trend kupnje EV-a rasti u budućnosti, ali će gradnja punionica biti sve opsežnija i zahtjevnija. To će rezultirati potrebom za sve većom detekcijom rizičnih čimbenika kako bi punjenje električnih vozila teklo regularno.

## LITERATURA

### References

1. Beber, J. et al. 2018: *Novi koncepti zelenog razvoja i njihova primjena u energetici*. Radovi Zavoda za znanstveni rad Varaždin, (29), 325-348. <https://doi.org/10.21857/yvjrdcqxy>
2. Conzade, J. Nägele, F. Ramanathan, Patrick Schaufuss P. 2022. *Europe's EV opportunity—and the charging infrastructure needed to meet it*. Mckinsey. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/europes-ev-opportunity-and-the-charging-infrastructure-needed-to-meet-it>
3. Deloitte P. 2023. *Public Attitudes towards Publicly Funded EV Charging Infrastructure*. Energy5 EV Charging. URL: <https://energy5.com/public-attitudes-towards-publicly-funded-ev-charging-infrastructure>
4. Europska agencija za okoliš. 2019. *Električna vozila: pametan izbor za okoliš*. URL: <https://www.eea.europa.eu/hr/articles/elektricna-vozila-pametan-izbor-za-okolis> [15.9.2023.]
5. Europska Komisija 2011: *A European Green Deal Striving to be the first climate-neutral continent* URL [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en) [15.9.2023.]
6. Eurostat 2022. *Electric vehicles and power demand for transport up*. URL <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230324-1> [15.9.2023.]
7. Falchetta, G, Noussan, M 2021. *Electric vehicle charging network in Europe: An accessibility and deployment trends analysis*, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 94.
8. Gomez, C. M. , Mohd Tohir Z. M. 2023. *Electric Vehicles Fire*

*Risk Assessment in Indoor Car Parks. Frontiers in Future Transportation. Volume 1. No.1 URL: <https://www.frontiersin.org/research-topics/58795/electric-vehicles-fire-risk-assessment-in-indoor-car-parks#impact>*

9. Hafner, M Raimondi, P 2020 *Priorities and challenges of the EU energy transition: From the European Green Package to the new Green Deal. Russian Journal of Economics*, 6.4: 374-389.

10. Hall A. 2023. *While the EV market's on fire, the vehicles are not. Energy.* URL: <https://thefifthestate.com.au/energy-lead/energy/while-the-ev-markets-on-fire-the-vehicles-are-not/>

11. Hrvatska Udruga „Strujni krug“. URL <https://www.strujni-krug.hr/>: [15.9.2023.]

12. Kettles D 2015: *Electric Vehicle Charging Technology Analysis And Standards*, University of Central Florida

13. Lemo Learning e-mobility 2023: *Tehnologija punjenja*, URL <https://hr.lemo-project.eu/wp-content/uploads/2015/01/Tehnologija-punjenja.pdf> [18.9.2023.]

14. McKinsey (2022). *Europe's EV opportunity—and the charging infrastructure needed to meet it.* URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/europes-ev-opportunity-and-the-charging-infrastructure-needed-to-meet-it> [18.9.2023.]

15. Mennekes solutions: 2023: *solution for Europe: Type 2 charging socket with or without socket*, URL: <https://amonev.ie/uploads/UJztbptS/TYPE2.pdf> [18.9.2023.]

16. NFPA, 2023. *Current & Prior Editions.* URL: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=70>

17. PROMAT (2023). URL: <https://www.promat.com/hr-hr/graditeljstvo/projekti/za-strucnjake/193412/punjenje-elektricnih-automobila-pozarna-zastita/> [18.9.2023. [18.9.2023.]

18. STAT (2023). *The Risk: Fires in Electric Vehicle (EV) Charging Stations* URL: <https://www.statx.com/application/fire-suppression-electric-vehicle-charging-stations> [22.9.2023.]

19. *Zakon o zaštiti od požara*, NN 114/22, NN 92/10, 114/22

20. Zelenika F. 2000. *Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela.* Kastav: IQ Plus d.o.o.