

# Električna vozila- poticaj održivoj mobilnosti

---

**Borić, Josip**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:807044>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

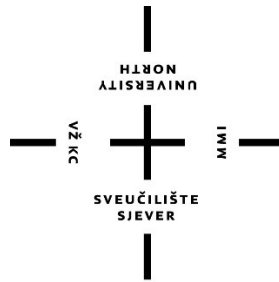
*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-28**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Diplomski rad br. 162/OMIL/2023**

## **Električna vozila – poticaj održivoj mobilnosti**

**Josip Borić, 0069042874**

Koprivnica, rujan 2023. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Logistiku i održivu mobilnost

Diplomski rad br. 162/OMIL/2023

## Električna vozila – poticaj održivoj mobilnosti

**Student**

Josip Borić, 0069042874

**Mentor**

Prof. dr. sc. Ljudevit Krpan

Koprivnica, rujan 2023. godine

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za logistiku i održivu mobilnost		
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Održiva mobilnost i logistika <input type="checkbox"/>		
PRISTUPNIK	Josip Borić	MATIČNI BROJ	0089042874
DATUM	31.08.2023.	KOLEGIJ	Održiva regionalna i urbana mobilnost
NASLOV RADA	Elektri na vozila - poticaj održivoj mobilnosti		

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Electric vehicles - encouragement of sustainable mobility
-----------------------------	---

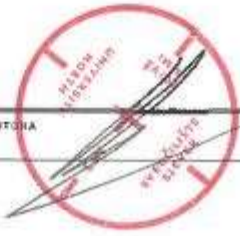
MENTOR	Ljudevit Krpan	ZVANJE	prof. dr. sc.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. Izv. prof. dr. sc. Predrag Brlek, predsjednik		
	2. prof. dr. sc. Ljudevit Krpan (mentor)		
	3. prof. dr. sc. Krešimir Buntak, član		
	4. doc. dr. sc. Vesna Sesar, zamjenski član		
	5. _____		

## Zadatak diplomskog rada

BROJ	162/OMIL/2023
------	---------------

OPIS

Pristupnik će u diplomskom radu analizirati i ocijeniti utjecaj korištenja električnih vozila na mobilnost te okoliš s posebnim osvrtom na utjecaj korištenja električnih vozila u cilju smanjenja emisije stakleničkih plinova. Osobito će se analizirati vrsta te prednosti i nedostaci različitih oblika alternativnih goriva. Dodatno će se detektirati temeljni preduvjeti za korištenje električnih vozila (npr. infrastrukturni, organizacijski, ekonomske, financijske i sl.) te dati pregledna analiza ispunjenja navedenih preduvjeta na konkretnom primjeru iz Republike Hrvatske. U konačnici će pristupnik predložiti model(e) za poticanje povećanja udjela električnih vozila u svakodnevnom korištenju. Sve analize i ocjene morati će se provesti primjenom odgovarajućih znanstvenih istraživanja.

ZADATAK UBRUČEN	4.9.2023	POTPIS MENTORA	
-----------------	----------	----------------	--

## **PREDGOVOR**

Ovom prilikom želim izraziti zahvalu se svim profesorima i njihovim asistentima Sveučilišta Sjever koji su tijekom studiranja prenijeli svoja znanja i iskustva.

Posebno bih se htio zahvaliti svom mentoru prof. dr. sc. Ljudevitu Krpanu koji me vodio kroz izradu diplomskog rada. Njegove kritike, komentari i savjeti pozitivno su djelovali tijekom oblikovanja i realizacije istog.

Naposljetku, želimo bih se zahvaliti svojoj obitelji i prijateljima koju su tijekom mog puta bili uz mene te mi pružili podršku u teškim trenucima i dijelili samom sretno trenutke.

## Sažetak

U diplomskom radu govori se o primjeni električnih vozila kojima se potiče održiva mobilnost. Generalno, primjena električnih vozila u današnje vrijeme postaje sve češća pojava, doduše, još uvijek ne u mjeri koja znatno utječe na poboljšanje održive mobilnosti.

Naime, globalni problem jest visoka karbonizacija koja ima jak i negativan utjecaj na stanje okoliša na svjetskoj razini. Shodno navedenom, brojne svjetske organizacije naginju prema očuvanju okoliša i čine sve kako bi se utjecalo na smanjenje negativnih učinaka. Stoga, radi snažnog utjecaja opisati će se negativne strane koje mogu utjecati na redovno funkcioniranje prometa u EU s obzirom da je ovisnost o nafti za promet gotovo na stopostotnoj razini, a veći dio se uvozi iz nestabilnih područja svijeta.

U EU unutar pravnog okvira uređuje se uspostava infrastrukture za alternativna goriva kao i razvoj tržišta alternativnih goriva u prometu. U radu će se nešto više reći o provedbi istih opisanih kroz poticaje za razvoj kao i mjere u cilju ostvarenja održivijeg prometa.

Upotreba alternativnih goriva poznata je od početka 19. stoljeća, a svijest o nužnosti upotrebe istih započela tek nedavno. Ovaj rad opisuje alternativna goriva koja pomažu u dekarbonizaciji prometnog sektora.

Da bi pojam primjene električnih automobila bio jasniji, opisati će se pojmovno i reći će se nešto više o razvoju električnih motora kao i o raznim vrstama punjača pogonskih baterija i punionica u cestovnom prometu. Isto tako, istaknuti će se razlika u povratu investicije kupnjom električnog automobila bez subvencije u odnosu na dizel kao pogonski agregat na vozilima iste marke, ali prikazati će se i primjer odnosa povrata investicije gdje je subvencija uključena.

Ključne riječi: električna vozila, alternativna goriva, održiva mobilnost, dekarbonizacija

## Summary

The thesis discusses the application of electric vehicles that promote sustainable mobility. In general, the use of electric vehicles is becoming more and more common nowadays, although still not to a degree that significantly affects the improvement of sustainable mobility.

Namely, the global problem is high carbonization, which has a strong and negative impact on the state of the environment at the world level. In accordance with the above, numerous world organizations lean towards the preservation of the environment and do everything to influence the reduction of negative effects. Therefore, for the sake of a strong impact, the negative sides that can affect the regular functioning of transport in the EU will be described, given that the dependence on oil for transport is almost at a hundred percent level, and most of it is imported from unstable areas of the world.

In the EU, the establishment of infrastructure for alternative fuels as well as the development of the market for alternative fuels in traffic is regulated within the legal framework. The paper will say a little more about the implementation of the same described through incentives for development as well as measures aimed at achieving more sustainable traffic.

The use of alternative fuels has been known since the beginning of the 19th century, and awareness of the necessity of using them has only recently begun. This paper describes alternative fuels that help decarbonize the transport sector.

In order to make the concept of the application of electric cars clearer, it will be described conceptually and something more will be said about the development of electric motors as well as about various types of chargers for drive batteries and charging stations in road traffic. Likewise, the difference in return on investment by buying an electric car without subsidy compared to diesel as a power unit on vehicles of the same brand will be highlighted, but an example of the return on investment relationship where the subsidy is included will also be shown.

Keywords: electric vehicles, alternative fuels, sustainable mobility, decarbonization



## Popis korištenih kratica

<b>AC</b>	Izmjenična struja
<b>DC</b>	Istosmjerna struja
<b>SPP</b>	Stlačeni prirodni plin
<b>UPP</b>	Ukapljeni prirodni plin
<b>UNP</b>	Ukapljeni naftni plin
<b>CO2</b>	Ugljikov (IV) oksid
<b>SUI</b>	Sa unutarnjim izgaranjem
<b>EU</b>	Europska Unija
<b>km/h</b>	kilometar na sat
<b>V</b>	Volt
<b>W</b>	Vat
<b>kW</b>	Kilowat
<b>kWh</b>	Kilovat sat
<b>A</b>	Amper
<b>Ah</b>	Amper sat
<b>Kg</b>	Kilogram
<b>SS</b>	Srednjonaponske
<b>NN</b>	Niskonaponske
<b>EV</b>	Električno vozilo
<b>BEV</b>	Električna vozila na baterije
<b>PHEV</b>	Plug-In hibridna električna vozila
<b>HEV</b>	Hibridna električna vozila
<b>FCEV</b>	Električna vozila s gorivim ćelijama
<b>ER-EV</b>	EV s produženim dometom
<b>ICT</b>	Informacijsko-komunikacijska tehnologija
<b>€</b>	Euro
<b>T</b>	Tona
<b>Km</b>	Kilometar

# Sadržaj

<b>1. Uvod .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problem i predmet istraživanja.....	1
1.2. Znanstvena hipoteza .....	1
1.3. Svrha i cilj istraživanja .....	1
1.4. Metode istraživanja .....	2
1.5. Ocjena dosadašnjih istraživanja - aktualan pregled znanja o užem području rada .....	2
1.6. Očekivani doprinos istraživanja .....	2
1.7. Struktura rada .....	3
<b>2. Alternativna goriva .....</b>	<b>4</b>
2.1. Najčešće korištena alternativna goriva u cestovnom prometu .....	7
2.1.1. <i>Električna energija</i> .....	7
2.1.2. <i>Vodik</i> .....	8
2.1.3. <i>Biogoriva</i> .....	10
2.1.4. <i>Sintetička i parafinska goriva</i> .....	12
2.1.5. <i>Prirodni plin (stlačeni – SPP i ukapljeni – UPP)</i> .....	13
2.1.6. <i>Ukapljeni naftni plin (UNP)</i> .....	13
2.2. Standardi dostupnosti za korištenje infrastrukture alternativnih goriva u cestovnom prometu .....	14
2.3. Zakonske odredbe povezane sa korištenjem alternativnih goriva u cestovnom prometu .....	16
<b>3. Električna vozila.....</b>	<b>17</b>
3.1. Povijest nastanka električnih cestovnih vozila.....	21
3.2. Baterije električnih vozila .....	22
3.3. Vrste punjača pogonskih baterija za električna vozila u cestovnom prometu .....	25
3.4. Punionice za električna vozila u cestovnom prometu .....	29
<b>4. Primjena električnih vozila kao poticaj održivoj mobilnosti.....</b>	<b>32</b>
<b>5. Rezultati empirijskog istraživanja .....</b>	<b>41</b>
<b>6. Zaključak .....</b>	<b>51</b>
<b>Literatura.....</b>	<b>55</b>
<b>Popis slika .....</b>	<b>60</b>
<b>Popis grafikona.....</b>	<b>61</b>
<b>Popis tablica.....</b>	<b>62</b>
<b>Prilozi .....</b>	<b>63</b>



# 1.Uvod

Globalno zagađenje okoliša nameće izazove kako održivije putovati. Sve većim brojem vozila koja su najčešće sa motorima sa unutarnjim izgaranjem negativno utječu na okoliš. Stoga je potrebno promišljati kako unaprijediti kompletan sustav da bude održiviji. Električna vozila kao sredstava prijevoza poticati će održive mobilnosti u svakidašnjim putnim navikama.

Kroz povijest nikad nije bilo veliko zanimanje za vozila na električni pogon kao danas. Ozbiljniji interes za vozila na eklektični pogon pojavljuje se tek nekoliko godina u nazad. Razlog tome je rast cijena energenata koja su potrebna za vozila sa motorima sa unutarnjim izgaranjem te geopolitičkom situacijom. Gotovo svi proizvođači vozila u svojoj ponudi imaju eklektična vozila.

## 1.1. Problem i predmet istraživanja

Problem istraživanja diplomskog rada je zagađenje zraka koje je uzrokovano emisijama vozila sa pogonom na fosilna goriva u prometu. Problem istraživanja se definira prostorno, vremenski i pojmovno. Stoga prostorni obuhvat sagledava urbani prostor, vremenski analizira period proteklih 10 godina te pojmovno se odnosi na smanjenje utjecaja na ljude i okoliš. Predmet istraživanja je utjecaj električnih vozila na održivu mobilnost.

## 1.2. Znanstvena hipoteza

Prema iznesenom problemu i predmetu istraživanja može se postaviti glavna hipoteza istraživanja.

Glavna hipoteza: Povećanjem udjela električnih vozila na 20 % do 2030. godine smanjiti će se emisija stakleničkih plinova iz cestovnog prometa za 50% u odnosu na baznu 2013. godinu.

## 1.3. Svrha i cilj istraživanja

Svrha ovog diplomskog rada je pokazati važnost zelene tranzicije koja uključuje i električna vozila kao jedan segment te prikazati kako očuvati okoliš od zagađenja.

Cilj istraživanje je dokazati pozitivan učinak korištenja električnih vozila na smanjenje emisije stakleničkih plinova

## **1.4. Metode istraživanja**

Kako bi se što preciznije obradio problem i predmet diplomskog rada korištene su brojne znanstvene metode, od kojih su sljedeće:

- Promatranja
- Matematička metoda kao statistička metoda
- Analiza povijesnih podataka
- Anketiranja
- Analize i sinteze
- Generalizacije i specijalizacije
- Indukcije i dedukcije
- Metoda dokazivanja

## **1.5. Ocjena dosadašnjih istraživanja - aktualan pregled znanja o užem području rada**

Električna vozila u Hrvatskoj su još uvijek ispod prosjeka Europske Unije. Veliki izazov su i punionice odnosno nerazvijena infrastruktura. U zadnje vrijeme to je sve izraženiji oblik prijevoza i zaštite okoliša pogotovo u urbanim sredinama, a u kontekstu poticaj održivoj mobilnosti korištenje vozila na električni pogon se sve više stavlja u prvi plan.

Tako postoji primjerice istraživanje Zap-Map (servis za mapiranje stanica za punjenje električnih vozila sa sjedištem u Velikoj Britaniji), koji je kroz empirijsko istraživanje ispitao 4300 vozača električnih vozila o njihovom ponašanju u vožnji. Utvrđeno je da se među onima koji imaju i EV i automobil s unutarnjim izgaranjem za većinu putovanja koristi vozilo na baterije.

## **1.6. Očekivani doprinos istraživanja**

Ovim diplomskim radom odredit će se temeljne značajke neophodne za vozila na električni pogon. Identificiranje ključnih parametara vozila na električni pogon za održivu mobilnost. Izrada empirijskog istraživanja omogućiti će pouzdanije podatke o stvarnom stanju i potrebama korisnika za električnim vozilima. Izradom rada na temelju dosadašnjih spoznaja i znanja samog autora,

dostupne literature i rezultata empirijskog istraživanja predložit će rješenja za poboljšanje postojećeg stanja i neka nova rješenja za unapređenje korištenje vozila na električni pogon.

## **1.7. Struktura rada**

Rad je podijeljen u 6 dijelova. U prvom, odnosno uvodnom dijelu iskazan je problem i predmet istraživanja, znanstvena hipoteza, svrha i cilj istraživanja, metode istraživanja, ocjena dosadašnjih istraživanja tj. aktualan pregled znanja o užem području rada, očekivani doprinos istraživanja te struktura rada. alternativna goriva su navedena u drugom dijelu. Treći dio rada prikazuje električna vozila. Četvrti dio bavi se primjenom električnih vozila kao poticaj održivoj mobilnosti. Rezultati empirijskog istraživanja prikazane i opisane su u petom dijelu. Zaključni dio, odnosno šesti dio je zaključak ovoga rada.

## 2. Alternativna goriva

Alternativna goriva su ona goriva ili izvori energije koji služe, barem djelomično, kao zamjena za izvore fosilne nafte u prometnom sektoru.[23] Ova goriva bi trebala pomoći u dekarbonizaciji prometnog sektora. Oko 5% automobila i kombija u Europskoj uniji koristi alternativna goriva.[47]

U smislu Direktive 2014/94/EU<sup>1</sup> Europskog parlamenta alternativna goriva definiraju se kao goriva ili izvori energije koji služe, barem djelomično, kao nadomjestak za izvore fosilnih goriva u opskrbi prometa energijom i koji imaju potencijal doprinijeti dekarbonizaciji prometnog sustava te poboljšati okolišnu učinkovitost prometnog sektora, a između ostalog uključuju [14]:

- Električnu energiju
- Vodik
- Biogoriva
- Sintetička i parafinska goriva
- Prirodni plin (stlačeni – SPP i ukapljeni – UPP)
- Ukapljeni naftni plin (UNP)

Razvoj prometa, kao osnovnog sustava koji u pogledu mobilnosti zadovoljava potrebe stanovništva, a s druge strane je temeljno sredstvo gospodarskog razvoja, u današnje vrijeme susreće se sa različitim izazovima. [45]

Uporabom alternativnih goriva u sektoru prometa očekuju se mnogi pozitivni učinci među kojima su smanjenje emisija CO<sub>2</sub> i ostalih štetnih plinova, povećanje prekograničnog prometa građana, stvaranje novih radnih mjesta u proizvodnji i postavljanju infrastrukture za alternativna goriva na području cijele EU, povećanje investicija u materijale i usluge za građenje i održavanje infrastrukture te povećanje razvoja i konkurentnosti europskog gospodarstva.[36]

Uporaba alternativnih goriva za pogon cestovnih vozila predstavlja jedan od realno mogućih načina za smanjenje štetne emisije ispušnih plinova iz vozila. Pored toga, primjena alternativnih

---

<sup>1</sup> Ovom Direktivom utvrđuje se zajednički okvir mjera za postavljanje infrastrukture za alternativna goriva u Uniji kako bi se na najmanju moguću mjeru smanjila ovisnost o nafti i ublažio negativni utjecaj prometa na okoliš. Isto tako utvrđuju se i minimalni zahtjevi za izgradnju infrastrukture za alternativna goriva, uključujući mjesta za punjenje električnih vozila i mjesta za opskrbu prirodnim plinom (UPP i SPP) i vodikom, koji se provode putem nacionalnih okvira politika država članica, kao i zajedničke tehničke specifikacije za takva mjesta za punjenje i opskrbu te zahtjeve za informiranje korisnika.

goriva vodi ka smanjenju ovisnosti o konvencionalnim pogonskim gorivima, dobivenim iz nafte, čije su rezerve ograničene. Stoga se pitanje izbora adekvatnog alternativnog goriva može promatrati i u mnogo širem kontekstu. [4]

Za potpuno razumijevanje razmatrane problematike potrebno je definirati pojam alternativnog goriva. U alternativna goriva za pogon motora SUI (sa unutarnjim izgaranjem) spadaju sva goriva, osim benzina i dizelskih goriva, koja mogu efikasno izgarati u motoru SUI i koja imaju mogućnost masovne proizvodnje (npr. prirodni plin, metanol, vodik, biogorivo). [4]

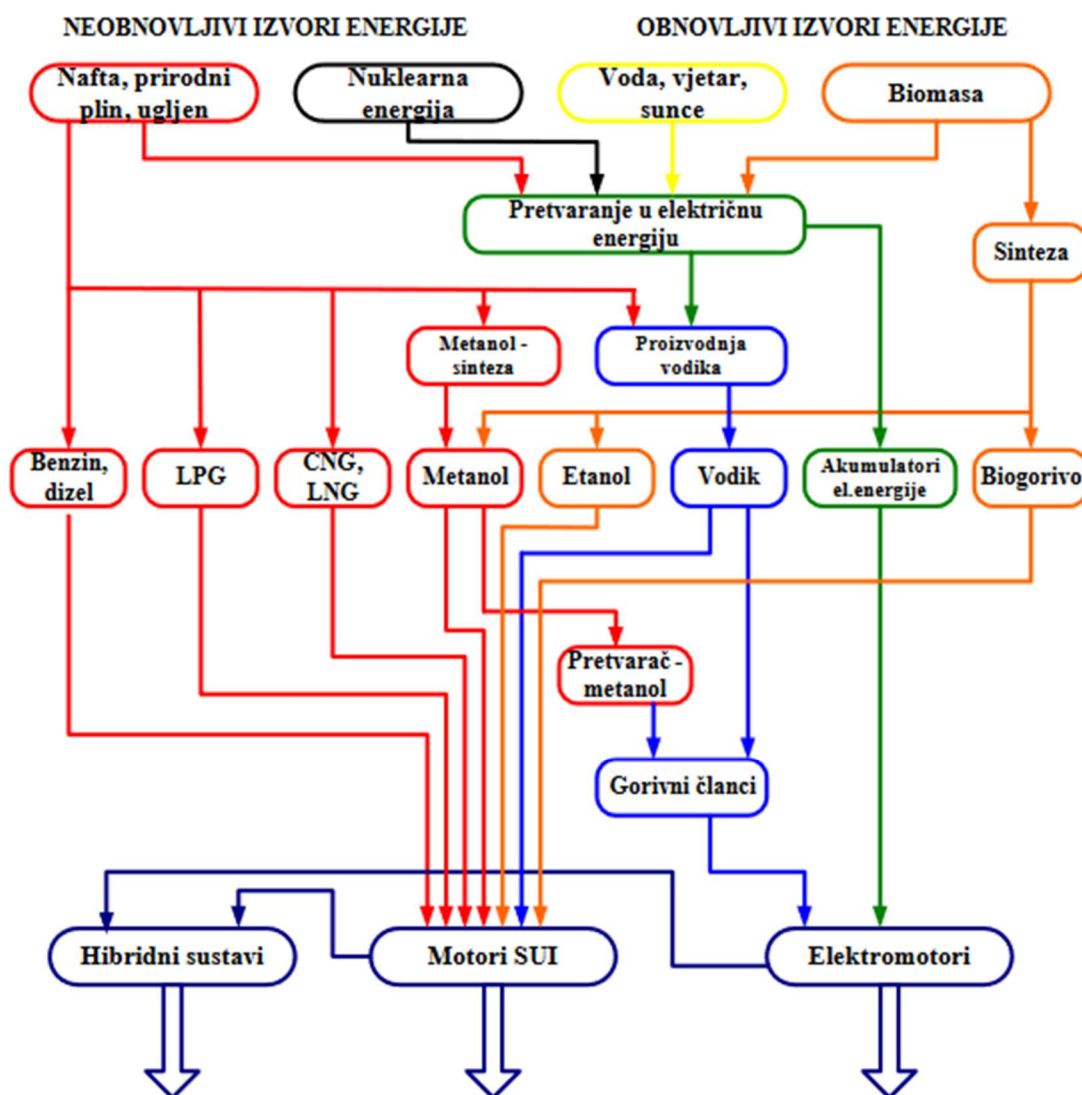
Da bi se neko alternativno gorivo uspješno primijenilo za pogon cestovnog vozila, moraju biti ispunjeni brojni zahtjevi. Osnovni kriteriji bitni za ocjenu primjenjivosti alternativnih goriva za pogon motora SUI su: [4]

- emisija ispušnih plinova,
- potrošnja goriva,
- cijena alternativnog goriva,
- performanse vozila s pogonom na alternativna goriva,
- nalazišta, način dobivanja i rezerve alternativnog goriva,
- troškovi konverzije ili proizvodnje vozila,
- načini i mogućnosti uskladištenja goriva na vozilu,
- mogućnost punjenja gorivom i potrebna infrastruktura,
- opća sigurnost vozila.

Općenito se izvori energije mogu podijeliti na obnovljive i neobnovljive, a njihova podjela i moguća primjena u domeni cestovnih vozila je prikazana na slici 1. Kako se sa slike 1. može uočiti motor s unutarnjim izgaranjem u lancu transformacije energije predstavlja gotovo nezaobilaznu kariku, budući da se pokazalo da on svoje pozitivne osobine, uz odgovarajuću optimizaciju zadržava bez obzira koje se pogonsko gorivo koristi. [4]



Slika 1. Izvori za pogon cestovnih vozila



Izvor: I. Filipović, B. Pikula, Dž. Bibić, M. Trobradović: Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila, Goriva i maziva: časopis za tribologiju, tehniku podmazivanja i primjenu tekućih i plinovitih goriva i inženjerstvo izgaranja, br. 4, 2005, str. 241-262

U nastavku će se predstaviti temeljna obilježja najčešće korištenih alternativnih goriva u prometu, temeljne zakonske odredbe povezane sa korištenjem alternativnih goriva u prometu te pregled standarda dostupnosti infrastrukture za korištenje alternativnih goriva u cestovnom prometu.

## 2.1. Najčešće korištena alternativna goriva u cestovnom prometu

U nastavku su opisana goriva koja su najčešće korištena u svojstvu alternativnih goriva. Dakle biti će opisana električna energija, vodik, biogorivo, prirodni plin (stlačeni i ukapljeni) i ukapljeni naftni plin.

### 2.1.1. Električna energija

Električna energija, energija koja se očituje kada se u električnom strujnom krugu energija elektromagnetskoga polja, odnosno električna potencijalna energija pretvara u drugi oblik energije (toplinsku, mehaničku, kemijsku, svjetlosnu i dr). [29]

Ona nastaje odvajanjem elektrona iz elektronskih omotača atoma. Odvajanje se može postići elektromehaničkom energetsom pretvorbom, termoelektričnom, termoionskom, fotoelektričnom pretvorbom, izravnom pretvorbom kemijske u električnu energiju u gorivnom članku, magnetohidrodinamičkim generatorom. Jedna je od bitnih značajki električne energije što se ona pojavljuje u dinamičkim procesima, pa se ne može uskladištiti, nego se mora proizvoditi onda kada je potrebna. Zbog toga se elektrane i cijeli elektroenergetski sustav izgrađuju tako da mogu trenutačno zadovoljiti potražnju za električnom energijom.

Sustav prijenosa električne energije s pomoću dalekovoda i transformatora omogućuje, uz relativno male gubitke, njezino dovođenje na mjesto uporabe. Pretvorba električne energije u druge oblike je jednostavna je, pouzdana, brza, čista i udobna pa zato često i najekonomičnija. [29]

Na razini EU-a obnovljivi izvori energije čine najveći udio u proizvodnji energije, nakon čega slijede fosilna goriva i nuklearna energija. Postotak energije iz obnovljivih izvora i drugih vrsta energije koje se upotrebljavaju za proizvodnju električne energije razlikuje se u svakoj državi članici EU-a.

Ničim izazvana i neopravdana agresija Rusije na Ukrajinu znatno je utjecala na cijene fosilnih goriva u EU-u, posebno plina, a time i na račune europskih kućanstava za električnu energiju. Razlog tomu je činjenica da je cijena električne energije u EU-u povezana s cijenom prirodnog plina koji se upotrebljava za proizvodnju električne energije.

EU trenutačno radi na reformi tržišta električne energije EU-a kako bi se izbjegli budući cjenovni šokovi. [42]

## 2.1.2. Vodik

Vodik je bezbojan, bez mirisa, neotrovan te visoko zapaljiv plin pri standardnom tlaku i temperaturi te je najmanje gustoće od svih plinova. Upravo zbog toga što je lakši od zraka, vodik se podiže iz atmosfere te se vrlo rijetko pronalazi u čistom molekularnom obliku. [55]

Korišten kao gorivo izgaranjem s kisikom predstavlja gorivo bez štetnih emisija. Energija koja se oslobađa pri izgaranju vodika u zraku, odnosno pri reakciji s kisikom, omogućava vodiku da se koristi kao gorivo. Može se koristiti u gorivim člancima te motorima s unutrašnjim izgaranjem.

U novije vrijeme, koristi se u komercijalnim električnim vozilima s gorivim člankom (automobilima i autobusima). Vodik se najčešće smatra prijenosnikom energije, zbog toga što se mora proizvesti iz primarnog izvora energije kao što je prirodni plin, ugljen ili uz pomoć obnovljivih izvora energije. [32]

Vozila s pogonom na vodik koja se nazivaju i vozila na gorive ćelije ili vozila na električni pogon su tip automobila ili električnog vozila koje je opremljeno gorivom ćelijom umjesto baterije ili u kombinaciji s baterijom ili a superkondenzator za napajanje ugrađenog elektromotora. Vodik se može koristiti za vožnju automobila u dvoje načine. Može se koristiti kao gorivo u tradicionalnom motoru, koji se izgara u komori, ili koristiti u gorivim ćelijama za generiranje energija koja pokreće elektromotor. Energija vezanja vodika i kisika u molekuli vode je manja nego ukupna energija vezanja molekula vodika. Stoga se tijekom reakcije vodika i kisika vezanjem na molekule vode stvara se višak energije. Može se ispustiti iz sustava u obliku topline (koja se u motoru s unutarnjim izgaranjem pretvara u mehaničku energiju), ili u obliku elektrokemijske energije (u gorivim ćelijama). [6]

Brojne su prednosti korištenja vozila s pogonom na vodik. Prva od glavnih prednosti je smanjenje staklenički plinovi. Vozila s pogonom na vodik smatraju se najčišćim okolišem na svijetu za automobile koji za razliku od ostalih klasičnih automobila ne ispuštaju štetne tvari u okoliš [6]

Postoje različite vrste vodika kategorizirane prema proizvodnom procesu i emisijama stakleničkih plinova. Čisti vodik ili kako se još zove „obnovljivi vodik” ili „zeleni vodik”, proizvodi se elektrolizom vode upotrebom električne energije iz obnovljivih izvora i tijekom njegove proizvodnje ne ispušta stakleničke plinove. [53]

Zastupnici naglašavaju važnost klasifikacije različitih vrsta vodika i žele jedinstvenu terminologiju na razini EU-a kako bi se jasno razlikovao vodik iz obnovljivih izvora i vodik s niskim udjelom ugljika. Od vodika se dobiva oko dva posto energije u EU-u, od čega se 95 posto proizvodi iz fosilnih goriva, što oslobađa 70-100 milijuna tona CO<sub>2</sub> godišnje. Prema istraživanjima, obnovljivi izvori energije mogli bi biti značajan izvor energije 2050. godine, od

čega bi vodik mogao biti zaslužan za 20 posto opskrbe (20-50 posto u prometu i 5-20 posto u industriji). Vodikova ekonomija bi mogla značajno smanjiti utjecaj globalnog zatopljenja, u usporedbi s ekonomijom fosilnih goriva. Uglavnom se upotrebljava kao sirovina u industrijskim procesima, ali i kao gorivo za svemirske rakete. [53]

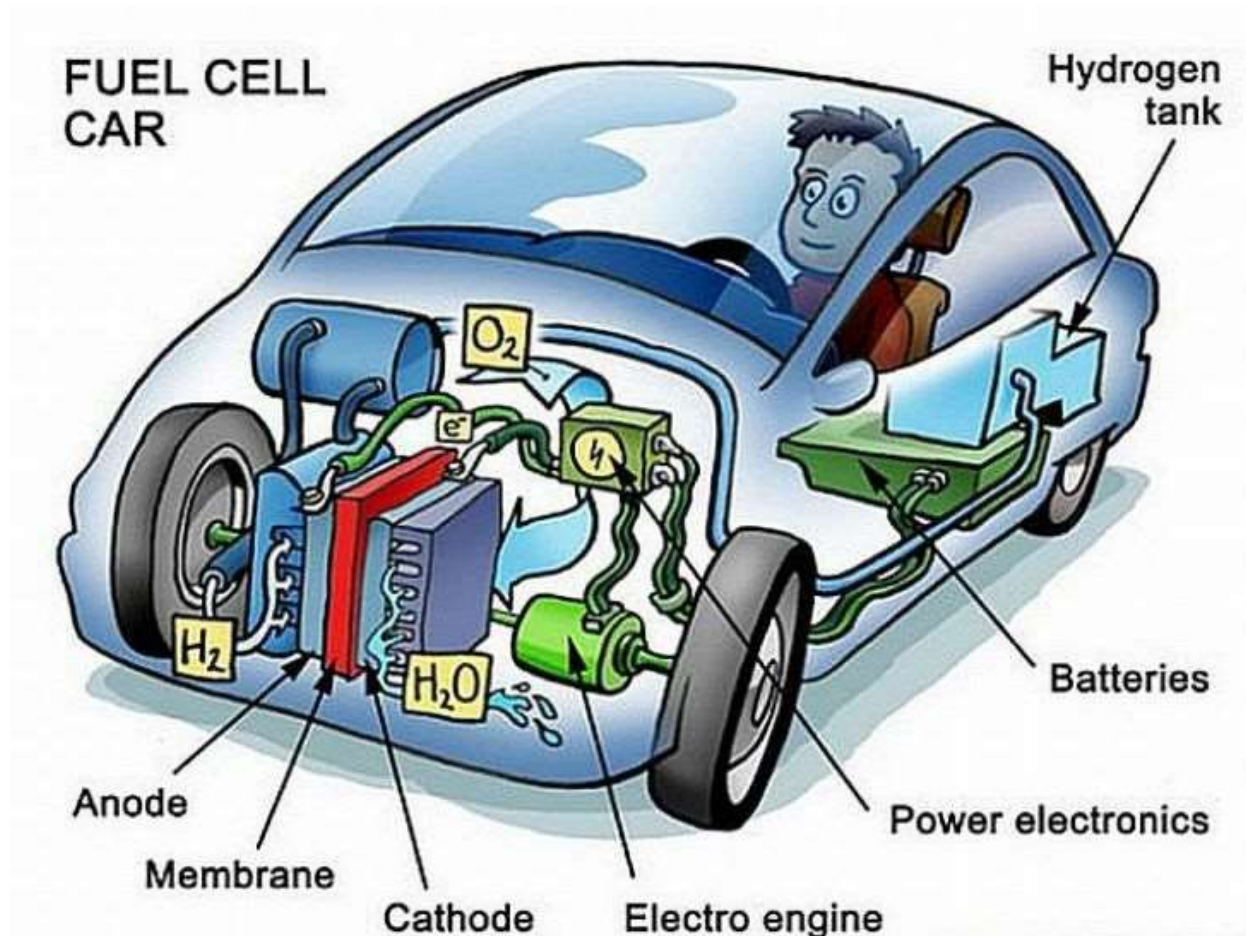
S obzirom na njegova svojstva vodik je dobro gorivo jer njegova uporaba u energetske svrhe ne uzrokuje emisije stakleničkih plinova (voda je jedini nusproizvod procesa) može se upotrebljavati za proizvodnju drugih plinova, kao i tekućih goriva postojeća infrastruktura (za prijevoz i skladištenje plina) može se prenamijeniti za vodik. [53]

Primjena vodika kako energenta trenutno važnija za teške kamione nego za osobna vozila. Pretpostavlja da će Rotterdam postati najvažnija europska luka za uvoz vodika, kao i da će se najvjerojatnije najveće količine vodika u Njemačkoj proizvoditi na njezinom sjeveru. [32]

Gorive ćelije su elektrokemijski uređaj koji služi za neposrednu pretvorbu kemijske energije, sadržane u nekom kemijskom elementu ili spoju, u istosmjernu električnu struju. Goriva ćelija, isto tako kao i baterija, sastoji od dviju elektroda uronjenih u isti elektrolit. Na anodi gorivnog članka oksidira gorivo, tj. neki kemijski element ili spoj visokog sadržaja unutrašnje energije. Elektroni, proizvedeni oksidacijom goriva, odvođe se od anode vanjskim krugom vodiča i preko trošila (otpornik, električni motor istosmjerne struje, žarulja i sl.) do katode. Na katodi neki se drugi element ili spoj (oksidans) reducira zahvatom elektrona proizvedenih na anodi. Proizvodi reakcije, negativni i pozitivni ioni, spajaju se u elektrolitu, a nastali produkt odvodi se iz gorivnog članka. Često je konačni produkt reakcije isti kao da je gorivo izgorjelo u oksidansu uz izravnu pretvorbu kemijske u unutrašnju toplinsku energiju. Odatle i potječe naziv gorivni članak.[25]

Princip rada gorivnog članka može se najlakše objasniti na do sada najbolje razvijenom sustavu s vodikom kao gorivom i kisikom kao oksidansom. Kada se vodik i kisik u plinskom stanju dovedu u kontakt i aktiviraju, oni reagiraju, spajaju se u vodu i oslobađaju energiju. [25]

Slika 2. Vozilo pogonjeno vodikom



Izvor: [https://automania.hr/vodikove\\_gorive\\_elije\\_kako\\_koristii\\_vodik\\_kao\\_gorivo/](https://automania.hr/vodikove_gorive_elije_kako_koristii_vodik_kao_gorivo/), dostupno 16.06.2023.

Na slici 2. su prikazani dijelovi vozila pogonjenog na vodik. Vozilo se sastoji od rezervoara vodika iz kojeg se šalje vodik prema pretvaraču u električnu energiju koji se sastoji od anode, membrane i katode. Nakon pretvorbe električna energija ide u elektroniku koja šalje energiju u baterije te u električni motor.

### 2.1.3. Biogoriva

Biogorivo je tekuće ili plinovito je gorivo za pogon motornih vozila za potrebe prijevoza proizvedeno iz biomase. To je razgradljivi dio proizvoda, otpada i ostataka biološkog podrijetla iz poljoprivrede (uključujući tvari biljnoga i životinjskog podrijetla), šumarstva i srodnih proizvodnih djelatnosti uključujući akvakulturu kao i biorazgradljivi dio industrijskog i komunalnog otpada. Biogoriva se danas proizvode iz različitih vrsta biomase. Komercijalno su

dostupna biogoriva takozvane prve i druge generacije, dok je tehnologija treće generacije u razvoju. [32]

Biodizel je gorivo koji se proizvodi od biljnog ili životinjskog ulja i masti. Sastoji se od metilnih estera masnih kiselina (eng. FAME). U Europi se najviše proizvodi iz uljane repice, korištenog jestivog ulja i životinjskih masti. Biodizel je biorazgradiv, a njegovim izgaranjem dobiva se gotovo jednako energije kao i korištenjem običnog dizela.[33]

Proizvedeno iz obnovljivih izvora, kao što su nova i rabljena biljna ulja i životinjske masti, te je čistija zamjena za dizelsko gorivo na bazi nafte. Biodizel je netoksičan i biorazgradiv, a proizvodi se kombiniranjem alkohola s biljnim uljem, životinjskom masnoćom ili recikliranom kuhinjskom masnoćom. [39]

Poput dizela dobivenog iz nafte, biodizel se koristi za gorivo (dizel) motora s kompresijskim paljenjem. Biodizel se može miješati s naftnim dizelom u bilo kojem postotku uključujući B100 (čisti biodizel) i najčešću mješavinu B20 (mješavina koja sadrži 20% biodizela i 80% naftnog dizela).[44]

Bioetanol je gorivo koje se proizvodi najviše od sirovina iz kojih se proizvodi šećer. Danas su već komercijalne i tehnologije proizvodnje iz lignoceluloznih materijala što bioetanol proizveden na ovaj način svrstava u skupinu naprednih biogoriva ili biogoriva druge generacije. [32]

Etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) je obnovljivo gorivo koje se može napraviti od različitih biljnih materijala, zajednički poznatih kao "biomasa". Etanol je alkohol koji se koristi kao sredstvo za miješanje s benzinom za povećanje oktana i smanjenje ugljičnog monoksida i drugih emisija koje uzrokuju smog.

Najčešća mješavina etanola je E10 (10% etanola, 90% benzina) i odobrena je za upotrebu u većini konvencionalnih vozila na benzinski pogon do E15 (15% etanola, 85% benzina). Neka vozila, koja se nazivaju vozilima s fleksibilnim gorivom, dizajnirana su za pogon E85 (mješavina benzina i etanola koja sadrži 51%–83% etanola, ovisno o zemljopisu i godišnjem dobu), alternativnom gorivu s puno većim udjelom etanola od običnog benzina. Otprilike 97% benzina u Sjedinjenim Državama sadrži nešto etanola. [44]

Biogoriva se smatraju jednom od najodrživijih opcija za smanjenje emisija  $\text{CO}_2$  u prometnom sektoru. Međutim, konvencionalna biljna biogoriva dijele samo 4% ukupne potrošnje goriva u prometu zbog nekoliko velikih ograničenja . Te prepreke ograničavaju razvoj tržišta biogoriva. Ovdje su sažeta glavna tržišna ograničenja koja ograničavaju komercijalnu proizvodnju i korištenje biogoriva.[9]

#### 2.1.4. Sintetička i parafinska goriva

Sintetička goriva su goriva dobivena iz ugljena, prirodnog plina, vodika ili biomase. Mogu se koristiti kao zamjena za konvencionalna goriva uz pretpostavku da zadovoljavaju odgovarajuće standarde. Najpoznatiji proces proizvodnje sintetičkog goriva je Fischer-Tropschova sinteza, a sintetička goriva mogu se proizvesti iz različitih sirovina, pretvarajući biomasu, plin, ugljen ili plastični otpad u tekuća goriva, metan i dimetil eter (DME).

Sintetička parafinska goriva kao što su hidrogenizirana biljna ulja (HVO), goriva dobivena Fischer-Tropschovom sintezom i sl. mogu se miješati u fosilno dizelsko gorivo u visokim omjerima, dok se sintetička goriva na bazi metanola i drugih alkohola mogu miješati s benzinom. Takva goriva mogu se distribuirati i pohraniti uz korištenje postojeće infrastrukture. Sintetski plin (syngas) ubraja se među najkorištenija plinovita sintetička goriva, a radi se o mješavini gorivog plina koja se sastoji ponajprije od vodika, ugljičnog monoksida i ostalih primjesa. Sintetička goriva proizvedena iz prirodnog plina imaju emisije stakleničkih plinova usporedive s fosilnim gorivima, no zbog smanjenog udjela sumpora i aromata imaju manje štetni utjecaj na okoliš i zdravlje. Sintetski plin moguće je proizvesti i iz nerekiciranog otpada visoke energetske vrijednosti (npr. plastike ili gume) postupkom termo-kemijske oporabe procesima pirolize.[35]

Norsk e-Fuel kaže da će ove godine započeti s izgradnjom pogona za sintetičko gorivo u Norveškoj, gdje može povećati proizvodnju na 25 milijuna litara godišnje od 2026. Ali to će biti drugačija mješavina goriva namijenjena komercijalnom zrakoplovstvu, ne cestovni prijevoz. Startup iz Kalifornije, Prometheus Fuels, također radi na tehnologiji i osigurao je financiranje od strane BMW-a. [37]

Promotori e-goriva kažu da će snažan signal potražnje i regulatorna jasnoća potaknuti proizvodnju. eFuel Alliance (industrijski lobi) kaže: „Ako su tržišni uvjeti i pravila proizvodnje ispravni, e-goriva se mogu početi proizvoditi 2025. i postupno povećavati kako bi se omogućila potpuna zamjena konvencionalnih goriva 2050.“. [37]

Sintetička goriva koja nadomještaju fosilna dizelska, benzinska i mlazna goriva te prirodni plin zamjenjiva su te je moguće njihovo dodavanje u fosilna dizelska goriva uz vrlo visoke omjere miješanja ili ih je moguće upotrebljavati u čistom obliku u svim postojećim ili budućim dizelskim vozilima. Ta se goriva stoga mogu distribuirati, pohranjivati i upotrebljavati u okviru postojeće infrastrukture. Sintetička goriva koja nadomještaju benzin, kao što su metanol i drugi alkoholi, moguće je miješati s njim te uz neznatne prilagodbe, koristiti u okviru trenutne tehnologije vozila.[15]

### **2.1.5. Prirodni plin (stlačeni – SPP i ukapljeni – UPP)**

Stlačeni prirodni plin (SPP ili eng. CNG – compressed natural gas) je prirodni plin u plinovitom stanju stlačen na tlak od 220 bar pri 15°C koji se koristi za pogon motornih vozila kao alternativno gorivo. To je gorivo koje danas nudi najbolji kompromis između ekoloških karakteristika, dostupnosti energetske resursa i tehnološkog razvoja. Zbog jednostavnog kemijskog sastava i emisije ispušnih plinova su manje u odnosu na ostala goriva. SPP je ekološki puno prihvatljiviji i jamči znatno čišće izgaranje, a njegove prednosti kod vozila očituju se u nižim troškovima održavanja, duljem životnom vijeku motora i značajnim uštedama u cijeni goriva u odnosu na dizelsko gorivo i motorni benzin.[30]

SSP sastoji se od sustava za dehidrataciju, kompresiju, skladištenje i punjenje prirodnog plina. Oprema podijeljena je u četiri procesna sustava, a to su: Procesni sustav dehidracije uglavnom uključuje adsorpcijski toranj A, adsorpcijski toranj B, grijač toplinskog medija, Rootsovo puhalo, separator plina i vode i prisilni hladnjak zraka, međuspremnik i kompresor čine procesni sustav kompresije, procesni sustav skladištenja sastoji se od visokotlačnog rezervoara H, srednjetačnog rezervoara M i niskotlačnog rezervoara L, sustav procesa punjenja uglavnom se sastoji od nekoliko dozatora. Oprema u CNG glavnoj stanici povezana je preko odgovarajućih prekidača kojima upravlja PLC.[11]

U gradskoj mreži za punjenje prirodnim plinom, stlačeni prirodni plin integrira predtretman, kompresiju, skladištenje i funkcije punjenja. To je najveći IEU potražnje za električnom energijom i plinom u gradskoj mreži za punjenje prirodnim plinom. Prema izračunima, godišnja potrošnja električne energije tipične CNG stanice za punjenje goriva u Kini je oko  $7084 \times 10^3$  kWh, a godišnji unos prirodnog plina bio je oko  $43.200 \times 10^3$  N·m<sup>3</sup> u 2020.[11]

Ukapljeni prirodni plin je tekući oblik prirodnog plina, pretežno sastavljen od metana, koji se pojavio kao obećavajuća alternativa tradicionalnim ugljikovodičnim gorivima u sektoru pomorskog prometa zbog nižih emisija stakleničkih plinova. Kako se svijet okreće prema obnovljivim izvorima energije, se sve više prepoznaje kao premostivo gorivo koje može pomoći u ublažavanju globalnog zatopljenja. Međutim, proizvodnja i korištenje LNG-a može rezultirati emisijom metana, koji ima veći potencijal globalnog zatopljenja od ugljičnog dioksida.[3]

### **2.1.6. Ukapljeni naftni plin (UNP)**

Ukapljeni naftni plin (UNP, engl. LPG – Liquefied Petroleum Gas) je smjesa ukapljenih ugljikovodika dobivena preradom nafte ili frakcionim izdvajanjem iz zemnog plina. Proizvod se



sastoji većim dijelom od zasićenih nižih ugljikovodika propana i butana te malom koncentracijom drugih ugljikovodika. Tvari u proizvodu se pri normalnim uvjetima nalaze u plinovitom stanju, dok pri tlaku od 1,7 bara prelaze u tekuće stanje, gdje se volumen smanjuje čak i do 270 puta. Zbog izuzetne prihvatljivosti za primjenu, prevozi se i skladišti kao kapljevina, a koristi kao plin. [51]

Koristi se kao gorivo u automobilima, industriji, poljoprivredi i kućanstvima. Njegova visoka kalorična vrijednost i niske emisije stakleničkih plinova poboljšali su njegovu domaću i industrijsku upotrebu. Rastuća potražnja za UNP-om može se zadovoljiti izgradnjom novih postrojenja. Budući da UNP zauzima veći volumen u normalnim uvjetima i skloniji je opasnostima od požara i eksplozije, skladišti se u potpuno rashlađenim uvjetima. Mehanički kvarovi, kvarovi zavara ili puknuće LPG boca mogu dovesti do gubitka zadržavanja.[7]

UNP je proizvod bez boje, mirisa i okusa te mu je potrebno dodati miris (odorizacija) kako bi se mogao osjetiti. Proizvod posjeduje izuzetna ekološka svojstva jer se njegovom uporabom smanjuje emisija štetnih plinova (CO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>), čime se doprinosi ublažavanju klimatskih promjena. Iz tog razloga sve više se koristi kao supstitucijski energent sa znatno povoljnijim ekološkim svojstvima, osobito kod industrijskih potrošača. [51]

Prednosti UNP-a u odnosu na ostale energente: [51]

- visoki stupanj iskoristivosti energije (do 95%)
- ekološki je čist energent (izgara bez čađe i dima)
- pokrivenost mnogih energetske potreba objekta (npr. grijanje, kuhanje, zagrijavanje sanitarne vode i dr.)
- lako održavanje i sigurno rukovanje (instalacija, oprema i trošila)
- mogućnost kombiniranja s ostalim gorivima (benzin, dizel, ostali alternativni oblici energije)

## **2.2. Standardi dostupnosti za korištenje infrastrukture alternativnih goriva u cestovnom prometu**

Nova politika EU-a vezana za infrastrukturu ističe promet kao jedan od ključnih čimbenika za europsko gospodarstvo budući da je dobra prometna povezanost osnovni preduvjet za rast i razvoj. Gotovo četvrtina emisija stakleničkih plinova na području EU nastaje u sektoru prometa. Također, dodatan problem predstavlja ovisnost europskog prometa o nafti (oko 94%) od koje veći dio dolazi iz uvoza (oko 84,3%). Budući da uvezena nafta uglavnom dolazi iz sve nestabilnijih područja u

svijetu, to dodatno povećava nesigurnost opskrbe a time i ugrožava redovno funkcioniranje prometa. [16]

Zbog toga proizlazi jasna nužnost za diversifikacijom izvora energije u prometu. U tom smislu nameće se rješenje u vidu uspostave i jačanja infrastrukture za alternativna goriva, koja se između ostaloga smatraju prihvatljivijima za okoliš u usporedbi sa konvencionalnim gorivima (benzin i dizel). Takva mogućnost prepoznata je na razini Europske unije te je donesena Direktiva 2014/94/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 22. listopada 2014. o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva.

Razvoj cjelokupnog prometa u pogledu alternativnih goriva suočava se sa dobro poznatim začaranim krugom. Investitori ne ulažu svoj kapital u gradnju infrastrukture jer ne postoji dovoljna potražnja na tržištu. Cijena vozila pogonjena alternativnim gorivima vrlo je visoka zbog niske potražnje kupaca. S druge strane, kupci ne žele nabavljati takva vozila budući da su skupa te zbog nepostojanja odgovarajuće infrastrukture. Stoga je nedvojbeno potrebna potpora javnih tijela kako bi se premostili navedeni problemi, a koja je na razini Europske unije ostvarena spomenutom Direktivom.[45]

Kako bi potaknuo upotrebu alternativnih goriva, Parlament je u listopadu 2022. usvojio novo stajalište koje se odnosi na potrebnu infrastrukturu, kako bi održiva goriva bila dostupnija diljem Europe.

Rast prometnih sustava zasnovanih na korištenju neobnovljivih izvora (prostora i energije) doveo je do problema zagušenja i onečišćenja okoliša, te ovisnosti o korištenju nafte i naftnih derivata. Kako bi se s jedne strane u Republici Hrvatskoj omogućio daljnji razvoj prometa, a s druge strane smanjio negativni utjecaj prometa na okoliš i ovisnost o uvozu nafte, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture je nositelj aktivnosti na stvaranju preduvjeta za korištenje alternativnih energenata u prometu. [46]

Zastupnici žele punionice za električna vozila na svim glavnim cestama EU-a s većim kapacitetom. Smatraju da bi do 2026. punionice trebale biti postavljene duž svih glavnih cesta, na najvećoj udaljenosti od 60 kilometara. Za kamione i autobuse, punionice bi do 2026. trebale biti postavljene na svim ključnim transeuropskim prometnim mrežama, također na udaljenosti 60 kilometara. Još predlažu da se najkasnije do 2028. duž glavnih cesta postave stanice za punjenje vodikom, na najvećoj udaljenosti od 100 kilometara. U 2021. je postojalo tek 136 punionica za vodik, u cijeloj EU. [46]

Kad je riječ o specijaliziranim punionicama za električne kamione, one će se morati, duž istih koridora, nalaziti na svakih 120 km te nuditi snage od 1400 kW do 2800 kW, ovisno o tipu ceste.[54]

### **2.3. Zakonske odredbe povezane sa korištenjem alternativnih goriva u cestovnom prometu**

U skladu sa za sada raspoloživom tehnologijom, uzimajući u obzir europsko okruženje i pravni okvir Europske unije, u Republici Hrvatskoj je temeljem prijedloga kojeg je izradilo MMPI, donesen Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva (NN 120/16, 63/22)<sup>2</sup>, kojim se utvrđuju minimalni zahtjevi za izgradnju infrastrukture za alternativna goriva, uključujući mjesta za punjenje, utvrđuju se zajedničke tehničke specifikacije za mjesta za punjenje i opskrbu, zahtjevi za informiranje korisnika, kao i način izvršavanja obveza izvješćivanja o provedbi mjera uspostavljanja infrastrukture za alternativna goriva [19].

Time su u nacionalno zakonodavstvo prenesene odredbe Direktive Europskog parlamenta i Vijeća od 22. listopada 2014. o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva 2014/94/EU. Također, Odlukom Vlade Republike Hrvatske 6. travnja 2017. godine donesen je Nacionalni okvir politike za uspostavu infrastrukture i razvoj tržišta alternativnih goriva u prometu (NN, broj 34/17), kojim se propisuju razne mjere potrebne za ostvarivanje nacionalnih ciljeva u ovom području [17].

Cilj Direktive nije dodatno financijski opteretiti države članice te bi države članice trebale moći provoditi Direktivu koristeći se širokim rasponom regulatornih i ne regulatornih poticaja i mjera. Kako bi se pokrenula ulaganja u održiviji promet i poduprlo uspostavljanje alternativnih goriva u Uniji, komisija i države trebale bi poduprijeti nacionalne i regionalne razvojne mjere. [8]

Države članice moraju donijeti zakone i druge propise koji su potrebni za usklađivanje s Direktivom te o tome moraju odmah obavijestiti Komisiju. One moraju osigurati da se nacionalnim okvirima politike uzmu u obzir potrebe različitih vrsta prometa koje postoje na njihovu državnom području. Uključujući i one za koje postoji ograničena raspoloživost alternativama fosilnim gorivima te se nacionalnim okvirima politike uzima u obzir i interesi regionalni i lokalnih tijela vladi te interesima raznih dionika. Nacionalni okviri politike moraju biti usklađeni sa zakonodavstvom Unije o zaštiti okoliša. [8]

---

<sup>2</sup> Ovim Zakonom se utvrđuje zajednički okvir mjera za uspostavljanje infrastrukture za alternativna goriva, kako bi se na najmanju moguću mjeru smanjila ovisnost o nafti te ublažio negativan utjecaj prometa na okoliš

### 3. Električna vozila

Električna vozila, vozila pokretana elektromotorom. Elektromotorni pogon takvih vozila naziva se i električnom vučom, pa se ona tako nazivaju i elektrovučnim vozilima. Električna vozila uglavnom ne ispuštaju ispušne plinove, ne stvaraju buku, imaju bolji stupanj djelovanja i bolja vozna svojstva od vozila pogonjenih motorom s unutarnjim izgaranjem jednake snage, pa su njihove prednosti znatne. Ipak, zbog ograničene autonomnosti uzrokovane tehničkim poteškoćama vezanima uz dobavu električne energije, ta su vozila široku primjenu isprva našla u javnome prometu (željeznica, tramvaj i trolejbus) te za sporadične slučajeve autonomnoga teretnoga i osobnoga prijevoza (za prijevoz manjih tereta unutar tvorničkih pogona, skladišta i slično rabe se akumulatorska elektrokolica, u rudnicima akumulatorske i trolej-lokomotive, na željezničkim kolodvorima manevarske lokomotive, u gradskim jezgrama i područjima zaštićena okoliša elektrobusi, elektrotaksiji i druga laka električna vozila za prijevoz osoba i tereta, a za prijevoz gradskim četvrtima i osobni transporteri, električni romobili, motocikli i sl.). [43]

U posljednje se vrijeme intenzivno radi na razvoju i postupnom uvođenju električnih osobnih automobila, pa se vjeruje kako će oni uskoro preuzeti veći dio automobilske tržišta. Nekonvencionalna vozila, kao npr. pružna lebdeća vozila pogonjena linearnim elektromotorima, tek su u početnoj fazi primjene. Prema načinu dobave električne energije razlikuju se nezavisna i zavisna električna vozila.[43]

Razvoj tehnologije uvelike je potaknut mogućnošću njene praktične primjene u svakodnevnom životu.[13] To su sva vozila koja na neki način koriste električnu energiju za pokretanje pogonskog stroja.[12]

Najvažnija komponenta svakog električnog automobila je električni motor. Električni motor je električni stroj koji električnu energiju pretvara u mehaničku koristeći princip elektromagnetske indukcije. Motori konstrukcijski imaju dva namota (stator i rotor). Osnovne vrste električnih vozila prema izvoru napajanja mogu se podijeliti na istosmjerne motore (DC), izmjenične motore (AC) i kombinacijske elektromotore. [13]

Prednosti izmjenične elektromotora (po jedinici snage) su: manja masa, manje dimenzije, manji moment inercije, manja cijena, veća brzina vrtnje, veći stupanj korisnog djelovanja, jednostavno i jeftino održavanje. Prednost istosmjernih elektromotora u odnosu na asinkrone je lakše i jeftinije upravljanje. [13]

Osnovni elementi za pogon električnog automobila su električni motor, električne pogonske baterije te upravljač (kontroler) motora. Ostali dijelovi električnog automobila su: analogno-digitalni pretvarač signala papučice gasa (informacija željene brzine od stane vozača vozila),

sklopnik, osigurač ili prekidač, istosmjerni pretvarač napona za pogon uobičajeno ugrađenih trošila vozila na naponskoj razini 12 V (svjetla, pokazivači smjera, brisači, zvučni signal, radio uređaj i slično), mjerni instrumenti za upravljanje vozila (pokazivač preostalog kapaciteta baterija, napon, struja, snaga, brzina), punjač baterija. Ostali dijelovi koje vozilo na električni pogon mora sadržavati su: kabeli pogonskog napona, kabeli pomoćnog napona 12 V, baterije pomoćnog napona 12 V, kableske stopice te kableski priključci.[13]

Mogu se podijeliti u šest osnovnih skupina: [12]

- klasična električna vozila,
- hibridna vozila,
- el. vozila na gorive ćelije ili metal-zrak baterije,
- električna vozila koja energiju dobivaju preko zračnog voda,
- električna vozila na solarne ćelije,
- el. vozila na zamašnjake i superkondenzatore.

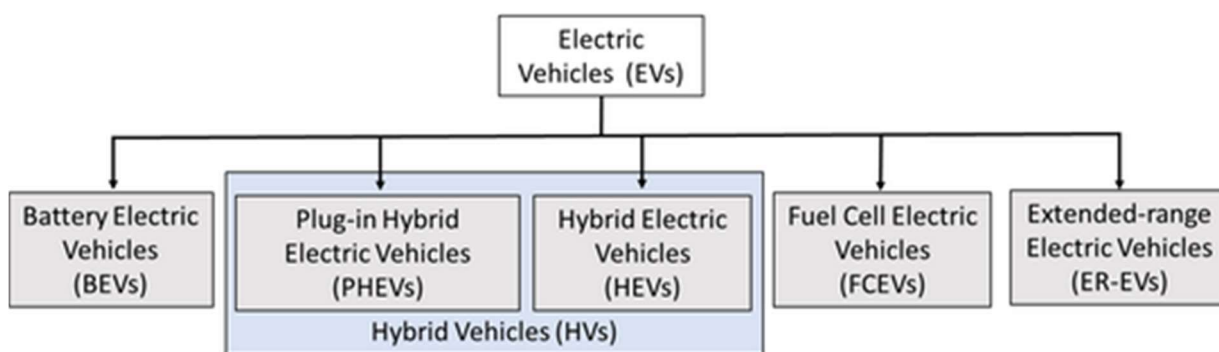
Osnovna primjena električnih vozila je u prostorima koji zahtijevaju nizak nivo buke i minimalnu emisiju štetnih plinova. To su u prvom redu bolnice, skladišni prostori i prenapučena gradska središta u kojima postoji problem s ispušnim plinovima.[12]

Električni automobili su bili popularni krajem 19. i početkom 20. stoljeća, dok su unapređenja motora s unutarnjim izgaranjem i masovna proizvodnja jeftinijeg vozila na benzin doveli do smanjenja korištenja vozila na električni pogon.

Energetske krize 1970-ih i 80-ih dovele su do kratkotrajnog zanimanja za električne automobile, te se sredinom 2000. obnovio interes u proizvodnji električnih automobila, uglavnom zbog zabrinutosti oko ubrzanog povećanja cijene nafte i potrebe za smanjenjem emisije stakleničkih plinova.[20]

Na slici 3. prikazana je podjela odnosno klasifikacija električnih vozila prema tehnologiji i postavkama motora.

Slika 3. Klasifikacija električnih vozila prema tehnologiji i postavkama motora



Izvor: J. A. Sanguesa et. al.: A Review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges, Smart Cities MDPI, br. 4, ožujak 2021, dostupno: <https://www.mdpi.com/2624-6511/4/1/22>

Klasifikacija električnih vozila prema tehnologiji i postavkama motora dijeli se na: [5]

- Električna vozila na baterije (BEV): vozila se 100% pokreću električnom energijom. BEV-ovi nemaju motor s unutarnjim izgaranjem i ne koriste nikakvu vrstu tekućeg goriva. BEV obično koriste velike pakete baterija kako bi vozilu dali prihvatljivu autonomiju. Tipični BEV će doseći od 160 do 250 km, iako neki od njih mogu prijeći čak 500 km sa samo jednim punjenjem. Primjer ovakvog vozila je Nissan Leaf koji je 100% električni i trenutno ima bateriju od 62 kWh koja korisnicima omogućuje autonomiju od 360 km.
- Plug-In hibridna električna vozila (PHEV): hibridna vozila pokreću konvencionalni zapaljivi motor i električni motor punjen vanjskim električnim izvorom koji se može priključiti. PHEV-ovi mogu pohraniti dovoljno električne energije iz mreže za značajno smanjenje potrošnje goriva u uobičajenim uvjetima vožnje. Primjerice Mitsubishi Outlander PHEV ima bateriju od 12 kWh, koja mu omogućuje vožnju oko 50 km samo s električnim motorom. Međutim, također je važno napomenuti da je potrošnja goriva PHEV-a veća nego što navode proizvođači automobila.
- Hibridna električna vozila (HEV): hibridna vozila pokreće kombinacija konvencionalnog motora s unutarnjim izgaranjem i električnog motora. Razlika u odnosu na PHEV je u tome što se HEV ne mogu priključiti na mrežu. Zapravo, baterija koja daje energiju električnom motoru puni se zahvaljujući snazi koju stvara motor s unutarnjim izgaranjem vozila. U modernim modelima, baterije se također mogu puniti zahvaljujući energiji koja se stvara tijekom kočenja, pretvarajući kinetičku energiju u električnu energiju. Primjerice Toyota Prius je u svom hibridnom modelu (4.

generacija) imala bateriju od 1,3 kWh koja mu je teoretski omogućila autonomiju od čak 25 km u potpuno električnom načinu rada.

- Električna vozila s gorivim ćelijama (FCEV): ova vozila opremljena su električnim motorom koji koristi mješavinu komprimiranog vodika i kisika dobivenog iz zraka, a voda je jedini otpad koji proizlazi iz ovog procesa. Iako se za ovakva vozila smatra da imaju "nultu emisiju", valja naglasiti da, iako postoji zeleni vodik, većina korištenog vodika dobiva se iz prirodnog plina. Primjerice Hyundai Nexo FCEV je primjer ove vrste vozila, koji može prijeći 650 km bez dolijevanja goriva.
- EV s produženim dometom (ER-EV): ova su vozila vrlo slična onima u kategoriji BEV. Međutim, ER-EV također imaju dodatni motor s unutarnjim izgaranjem, koji puni baterije vozila ako je potrebno. Ovaj tip motora, za razliku od onih koje nude PHEV i HEV, koristi se samo za punjenje, tako da nije povezan s kotačima vozila. Primjer ove vrste vozila je BMW i3, koji ima bateriju od 42,2 kWh koja rezultira autonomijom od 260 km u električnom načinu rada, a korisnici mogu imati koristi od dodatnih 130 km od načina rada s produženim dometom.

Na slici 4. je prikazano električno vozilo marke Mercedes koje je potpuno električno baterijsko vozilo.

Slika 4. Mercedes EQS



Izvor: <https://www.driveteam.hr/mercedes-eqs-stigao-u-hrvatsku-elektricni-luksuz-prati-i-takva-cijena/>, 20.06.2023.

### 3.1. Povijest nastanka električnih cestovnih vozila

Dostupnost punjivih baterija i jednostavna konstrukcija elektromotora dovode do relativno rane pojave električnih vozila. Do 1830. godine sav transport se odvijao isključivo na parni pogon. Nakon 1830. godine, niz otkrića, patenata i tehničkih usavršavanja dovodi do funkcionalnih električnih vozila: [12]

- 1831. Faradejev zakon dovodi do razvoja istosmjernog motora
- 1834. Baterija pokreće električno vozilo
- 1851. Baterija pokreće električno vozilo brzinom 31 km/h
- 1859. Razvijen punjivi olovni akumulator
- 1874. Prva kočija pokretana baterijama

Karakteristike nekih od električnih vozila toga vremena su brzine od 24 km/h u 1897. godini do 65 km/h u 1900. godini te 80 do 150 km autonomije po ciklusu punjenja (domet). Unatoč prvobitnim predviđanjima, neugodnosti prilikom punjenja akumulatora, jeftino gorivo i samo startajući motor 1920. godine potisnuli su električna vozila sa cesta. Ponovni interes za električna vozila raste nakon uočavanja prvih ekoloških problema 60tih godina prošlog stoljeća. [12]

Začetak primjene električnih vozila bila je mala akumulatorska lokomotiva Amerikanca Thomasa Davenporta iz 1835. U drugoj polovici XIX. st. podjednako su razvijana električna željeznička i cestovna vozila. Električni automobili komercijalno su se počeli rabiti krajem XIX. st., te su do 1920-ih, kada su ih istisnuli automobili s benzinskim motorom, bili vrlo traženi. Među njima je bilo i vozila koja su obarala rekorde, npr. električni automobil belgijskog izumitelja Camillea Jenatzyja postao je 1899. prvi automobil koje je vozio brže od 100 km/h. Prvu upotrebljivu električnu lokomotivu prikazao je W. Siemens na berlinskoj izložbi 1879., a već dvije godine poslije bila je elektrificirana kratka željeznička pruga u blizini Berlina. Šira elektrifikacija željezničkih pruga prvo je započela u Švicarskoj, a početkom XX. st. proširila se diljem svijeta, pa je električni pogon vlakova do danas ostao prevladavajući u željezničkom prometu. Od početka 2000-ih ponovno raste interes za energetske učinkovitija rješenja električnih automobila, pa se nakon brojnih konceptnih automobila javljaju i prvi modeli u serijskoj proizvodnji (športski model Tesla Roadster američke tvrtke Tesla motors proizvodi se od 2008). Usporedno s time, pojedine države različitim mjerama potiču razvoj i korištenje električnih automobila. [43]

Na slici 5. prikazano je vozilo na električni pogon iz 1914. godine. Radi se o modelu Detroit Electric model 47.



Slika 5. Detroit Electric model 47



Izvor: <https://autoportal.hr/vremeplov/do-1908-elektricni-su-automobili-bili-napredniji-i-perspektivniji-od-benzinskih/>, 20.06.2023.

### 3.2. Baterije električnih vozila

Baterija je komponenta koja određuje ukupne karakteristike električnog vozila, definira njegovu cijenu, autonomiju (doseg) i njegovu raspoloživost. Dva su čimbenika koja određuju performanse baterije: energija (prijeđena udaljenost) i snaga (ubrzanje). Omjer snage i energije pokazuje koliko je snage po jedinici energije potrebno za određenu primjenu. [10]

Glavni razlog sporog razvoja električnih automobila je problem skladištenja električne energije. Do prije desetak godina za skladištenje većih količina električne energije koristile su se u pravilu olovne akumulatorske baterije ili iznimno nikal-kadmijeve baterije. Najveći nedostatak olovnih baterija je njihova masa. [10]

Baterija odnosno ključ uspjeha ili neuspjeha električnih vozila su njezina reakcija na toplinu i hladnoću, njezine mogućnosti punjenja i njezina težina. Utjecaj njegovog sporog tehnološkog razvoja u usporedbi s poboljšanjima u motoru s unutarnjim izgaranjem ne može biti minimizirano.

To je bila glavna prepreka u borbi EV-a za udio na potrošačkom tržištu. Od najranijih dana pokusa Thomasa Davenporta s elektromagnetizmom i njegov izum i patenti za električni motor 1837. godine te razvoj i usavršavanje akumulatorske baterije Gastona Plantéa (1860.) i Camillea Faurea (1881.), baterija je bio ključan za tržišni potencijal i prihvaćanje električnog automobila od strane potrošača. [1]

Iznenadujuće, neki od prvih izumitelja elektrike zapravo su bili zainteresirani za izradu boljeg elektromotora, a ne u stvaranju načina prijevoza. Krajem 1880. godine N. D. Possums koristio je električni tricikl za demonstraciju kvalitete rebraste olovne baterije za četkasti električni tricikl. Charles F. Brush iz Euclida, najpoznatiji je po izumu elektrike žarulje korištene u to doba u uličnim svjetiljkama. Njegova je žarulja također bila montirana na tricikl i može biti prvo pojavljivanje električnih prednjih svjetala. William Morrison je napravio svoj patent za baterija koja pohranjuje energiju. Bila je potrebna povezanost s Haroldom Sturgis iz Chicaga kako bi Morrisonov električni motor za šest putnika stavio u javnost kao dio izložbe American Storage Battery na Svjetskoj kolumbijskoj izložbi 1893. godine u Chicagu. [1]

Baterija je bila fascinacija i profit za ove prve poduzetnike. Automobili su bili prikladan način da pokažu što njihove baterije mogu. Visoke performanse, jeftino održavanja baterije su ključne za privlačnost i uspjeh električne opreme. [1]

Baterija je glavni i najskuplji dio električnog vozila. Njihov napon i kapacitet definiraju sve ostale komponente pogona električnog vozila. Uspješno uvođenje električnih vozila na tržište izuzetno je ovisno o dostupnosti tehnologije baterija, koja omogućava pouzdanu pohranu električne energije u vozilu i time izravno utječe na njegovu autonomiju kretanja. Već danas su kapaciteti baterija dovoljno veliki da mogu pokriti dnevne potrebe korištenja osobnog automobila za većinu potrošača. Svjetski proizvođači baterija najavljuju intenzivno povećanje kapaciteta u skoroj budućnosti te se očekuje autonomija kretanja do 350 km s jednim punjenjem. Životni vijek baterija u pravilu je zajamčen za razdoblje od najmanje 8 do 10 godina.[28]

Vrste baterija koje se koriste kod električnih vozila: [28]

- olovne baterije
- litij-željezo-fosfatne baterije
- litij-polimer baterije

Olovni akumulatori su najjeftinija barem u početku, dugoročno su najskuplji. Najdostupnija, ali i najlošija varijanta akumulatora, a to iz više razloga od kojih su sljedeći: za 3kWh isporučene struje potrebno je 6 akumulatora 85Ah koji teže ravno 100kg. To iznosi otprilike 6kWh struje, što načelno stoji ako se gleda deklarirani kapacitet kod kojeg se akumulator polako prazni 20 sati. U primjeni EV, akumulatori se prazne u režimu kod kojeg je raspoloživi kapacitet u grubo pola deklariranog). [21]

U takvom režimu upotrebe gdje se akumulatori prazne velikim strujama, vijek trajanja olovnih akumulatora značajno pada i rijetko potraju više od 200-300 ciklusa punjenja. Najčešće i manje, ako se prazne do kraja kapaciteta olovnim akumulatorima drastično pada kapacitet na niskim temperaturama tako da kad temperature padnu ispod nule na raspolaganju imate manje od 70% deklariranog kapaciteta. Olovni akumulatori se ne smiju puniti strujom većom od 1/10 kapaciteta što znači da za potpuno prazne treba više od 10 sati punjenja. [21]

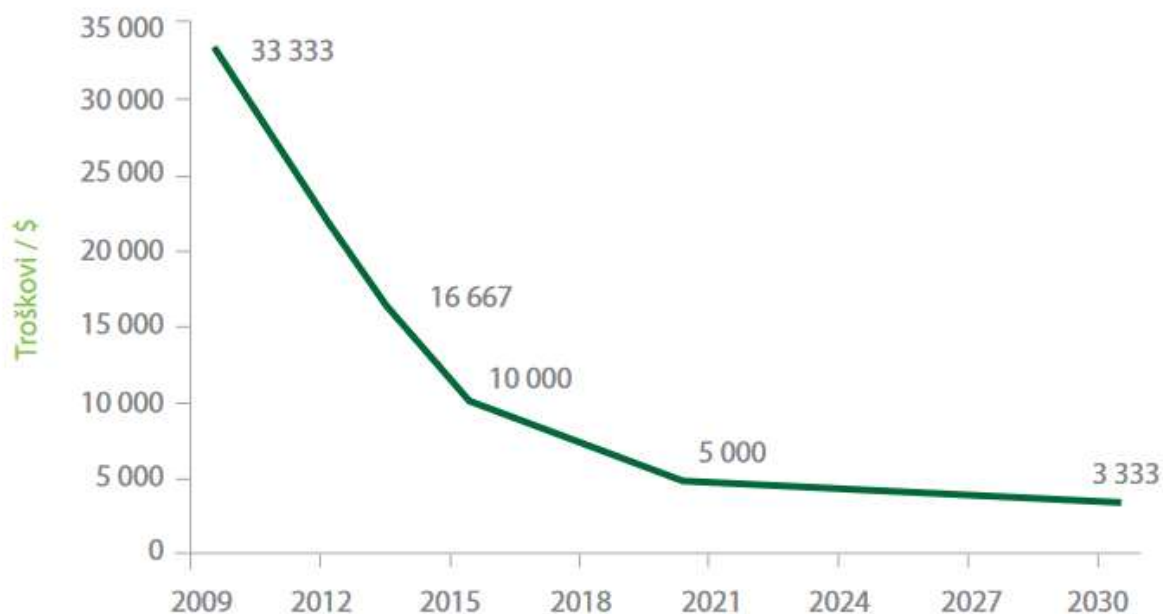
Za razliku od olovnih, novije vrste baterija (LiPo i LiFePo4) imaju brojne prednosti od kojih su sljedeće: težina baterija za 3kWh isporučene struje je manja od 30kg deklarirani kapacitet vrijedi za velike struje pražnjenja u EV režimu upotrebe vijek trajanja baterija je 800-1000 ciklusa za LiPo i 2000-2500 ciklusa za LiFePo4 brzo punjenje - uz dovoljno jaki izvor struje, mogu se napuniti za 1-2h.

Glavni nedostaci tih baterija su veća cijena u startu. Uz LiPo/LiFePo4 baterije je obavezna upotreba BMS elektronike za nadzor punjenja i pražnjenja, što je dodatna komplikacija i trošak.[21]

Jedina opcija kada olovo ima smisla je ako uspijete nabaviti rabljene akumulatore upotrebljivog kapaciteta po znatno nižoj cijeni od novih - ali uz cijenu veće težine koja na vozilu može biti više od 30% ukupne težine praznog vozila. 30% je čarobna brojka koja se spominje na puno mjesta kao maksimalni postotak težine koju baterije smiju imati u ukupnoj težini vozila.[21]

Baterije su u električnim automobilima komponenta s najvećom dodanom vrijednošću i predstavljaju najskuplji dio električnog automobila te samim time utjecaj proizvođača baterija naspram proizvođačima automobila može biti tolik da će u budućnosti sami proizvođači baterija postati i proizvođači cijeloga automobila. Uočivši velik utjecaj proizvođača baterija na daljnji tijek proizvodnog procesa, veliki proizvođači automobila sklopili su ugovore o suradnji proizvođačima baterija ne samo da bi si osigurali proviziju od prodaje nego i da mogu utjecati na sam razvoj baterija.[28]

Grafikon 1. Očekivani trend cijena baterija u bližoj budućnosti



Izvor: <https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/project-result-content/5ed45e21-15a4-4b04-b1c3-30e589c0f114/LEMO%20prirucnik%20hrv.pdf>, dostupno 10.04.2023.

Na grafikonu 1. je prikazan očekivani trend cijena baterija u bližoj budućnosti. Kako sa svakom masovnom proizvodnjom cijena proizvoda pada isto je tako i sa baterijama. Do 2030. godine očekuje se da će baterija koštati otprilike 3.333,00 američkih dolara.

### 3.3. Vrste punjača pogonskih baterija za električna vozila u cestovnom prometu

Ne postoji standardni tip priključka za sve proizvođače koji bi se mogao instalirati u električno vozilo. To ne znači da svaki proizvođač ima svoj tip priključka, već da koriste nekoliko postojećih tipova priključaka. Najčešći tip priključka koji gotovo svi proizvođači električnih vozila dodaju svom električnom vozilu je standardni kućni utikač koji se koristi za izmjeničnu struju sporog punjenja.[28]

Cijeli problem punjenja baterija električnih automobila proizlazi iz činjenice da je struja u gradskoj mreži izmjenična (AC), a baterija električnog automobila proizvodi istosmjernu struju (DC), što znači da se mora puniti i istosmjernom strujom. Kako bi se baterija mogla puniti, potreban je pretvarač AC u DC. [27]

Postoje tri glavne vrste EV punjenja: [27]

- ultra brzo
- brzo i
- sporo

Oni predstavljaju izlaznu snagu, a time i brzine punjenja, dostupne za punjenje električnih vozila. Snaga punjenja se mjeri u kilovatima (kW).[27]

Svaka vrsta punjača ima svoj set konektora koji su dizajnirani za upotrebu sa malom ili velikom snagom, te za punjenje izmjeničnim ili istosmjernim napajanjem. Sljedeći odjeljci nude detaljan opis tri glavne vrste punjenja i različite dostupne priključke.[49]

Karakteristike ultra brzih punjača:[49]

- DC punjenje od 50 kW na jednom od dva tipa konektora
- AC punjenje od 43 kW na jednom tipu konektora
- Iznimno brzo punjenje od 100 kW DC na jednom od dva tipa konektora
- Sve brze jedinice imaju privezane kabele
- brzine punjenja i konektori – brzo punjenje

Ovisno o modelu, električna vozila se mogu napuniti do 80% za samo 20 minuta, iako bi prosječnom novom EV trebalo oko sat vremena na standardnoj točki brzog punjenja od 50 kW. Snaga iz jedinice predstavlja maksimalnu dostupnu brzinu punjenja, iako će automobil smanjivati brzinu punjenja kako se baterija približava punom stanju. Kao takva, navedena su vremena punjenja do 80%, nakon čega se brzina punjenja znatno smanjuje. To maksimizira učinkovitost punjenja i pomaže u zaštiti baterije.

Karakteristike brzih punjača:[49]

- brzine punjenja i konektori – brzo punjenje
- 7kW brzo punjenje na jednom od tri tipa konektora
- Brzo punjenje od 22 kW na jednom od tri tipa konektora
- 11kW brzo punjenje na mreži Tesla Destination
- Jedinice su ili nevezane ili imaju privezane kabel

Brzi punjači obično su ocijenjeni na 7 kW ili 22 kW. Većina brzih punjača nudi punjenje na izmjeničnom strujom, iako neke mreže instaliraju DC punjače od 25 kW s CCS ili CHAdeMO priključcima.

Vrijeme punjenja razlikuje se ovisno o brzini jedinice i vozilu, ali punjač od 7 kW napunit će kompatibilni EV s baterijom od 40 kWh za 4-6 sati, a punjač od 22 kW za 1-2 sata. Brze punjače obično možete pronaći na odredištima kao što su parkirališta, supermarketi ili zabavni centri, gdje ćete vjerojatno biti parkirani sat vremena ili više. [49]

Karakteristike sporih punjača: [49]

- 3 kW – 6 kW sporo punjenje na jednom od četiri tipa konektora
- Jedinice za punjenje su ili nevezane ili imaju privezane kabele
- Uključuje mrežno punjenje i specijalne punjače

Velika većina električnih vozila se puni u domovima vlasnika to se još zove kućno punjenje. To znači da vlasnici električnih vozila mogu puniti vozila koristeći spore punjače direktno regularnom utičnicom, ili instaliranjem kućne punionice [31]

Većina jedinica za sporo punjenje procjenjuje se na do 3 kW, što je zaokružena brojka koja bilježi većinu uređaja za sporo punjenje. U stvarnosti se sporo punjenje vrši između 2,3 kW i 6 kW, iako su najčešći spori punjači ocijenjeni na 3,6 kW (16A). Punjenjem na trolejni utikač automobil će obično potrošiti 2,3 kW (10A), dok je većina punjača ocijenjena na 5,5 kW zbog postojeće infrastrukture – no neki imaju i 3 kW.

Vrijeme punjenja razlikuje se ovisno o jedinici za punjenje i električnog vozila koji se puni, ali potpuno punjenje preko 3 kW punjača obično traje 6-12 sati. Većina jedinica za sporo punjenje je bez kabela, što znači da je za povezivanje EV-a s točkom punjenja potreban kabel.[49]

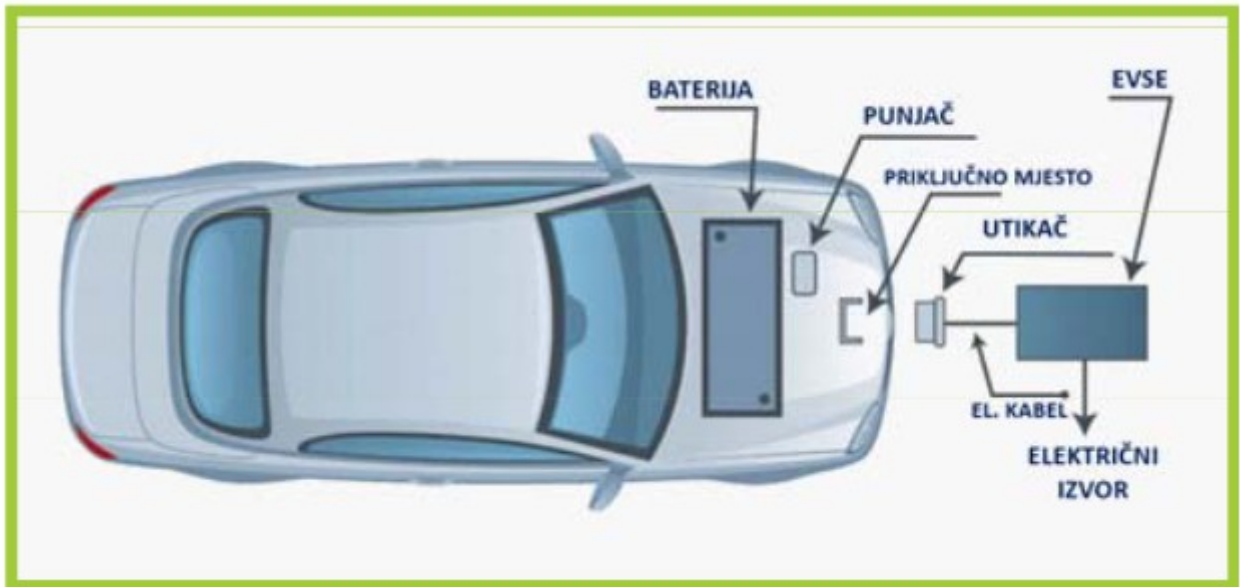
Slika 6. Vrste punjača



Izvor: <https://www.ev-trgovina.com/punjenje/punjaci-za-elektricna-vozila/>

Na slici 6. su prikazane vrste punjača ovisno o zemlji i o vrsti struje. Jedino proizvođač Tesla na svim tržištima osim Europe ima isti punjač. To olakšava korištenje vozila. Različiti punjači otežavaju korištenje vozila u međunarodnom prometu. Trenutno ne postoji jedinstveni tip priključka, a proizvođači električnih vozila koriste nekoliko standardnih tipova priključaka.

Slika 7. Sustav za punjenje električnog vozila



Izvor: <https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/project-result-content/5ed45e21-15a4-4b04-b1c3-30e589c0f114/LEMO%20prirucnik%20hrv.pdf>, dostupno 10.04.2023.

Na slici 7. je prikazan Sustav za punjenje električnog vozila. Priključak za vozila - uređaj koji osigurava fizičku vezu između vozila i opreme za napajanje. Priključno mjesto je mjesto koje je ugrađeno na električno vozilo. To mjesto pruža vezu između priključka i električnog vozila. Isto kao i kod priključka, ne postoji standardni tip ulaza. Kao što ne postoji standardni tip, ne postoji niti standardno mjesto za postavljanje ulaza na vozilu.

Punjač za baterije to je ugrađeni uređaj koji pretvara izmjeničnu struju (AC) u istosmjernu struju (DC). To je potrebno za punjenje baterije električnog vozila. Punjač baterija nije potreban kada se istosmjerna struja provodi direktno do baterije, ali njegova funkcija je pratiti proces punjenja.

Baterije električnog vozila osigurava energiju potrebnu za pogon električnih vozila. Veći kapacitet energije znači veću autonomiju kretanja. Većina električnih vozila danas koristi litij-ionske baterije. [28]

### 3.4. Punionice za električna vozila u cestovnom prometu

Korištenje obične utičnice je najsporija vrsta punjenja i uglavnom se koristi za noćno punjenje. Ali čak ni noćno punjenje kod baterija s velikim kapacitetom ne može osigurati 100 % napunjenosti baterije za neke modele automobila.

Primjerice, za 8 sati punjenja koristeći 3,3 kW (230V/16A) može se napuniti najviše 26,4 kW koristeći jednu fazu, a to nije dovoljno za potpuno punjenje primjerice Teslinog modela S.[28]

Direktiva (EU) 2019/1161 Europskog parlamenta i vijeća o promicanju čistih i energetski učinkovitih vozila u cestovnom prijevozu poziva na korištenje električnih vozila i izgradnju potrebne infrastrukture. A da bi se to dogodilo EU planira masovno širenje stanica za punjenje (od 2020. nadalje) koristeći sredstva svih raspoloživih fondova, uključujući Kohezijski fond i InvestEU fond. Plan je izgraditi 1 milijun stanica za punjenje do 2025 godine.[23]

Poželjno je bateriju vozila puniti manjim strujama punjenja, jer veće struje punjenja mogu dovesti do kraćeg vijeka trajanja baterije. Ako je vrijeme problem bolje je samo nadopuniti bateriju onoliko koliko je potrebno do odredišta[48] Na slici 8. su prikazane vrste punionica.

Slika 8. Vrste punionica



Izvor: <http://www.koncar-inem.hr/proizvodi-i-usluge/energetika-2/ev-punjaci/>

AC punjači su namijenjeni dopunjavanju vozila dok ste u kupovini ili na sastanku. Za punjenje na AC punjačima često se mora imati vlastiti kabel u vozilu, jednako kao i kod jačih kućnih punjača. Tako će ukoliko je staro vozilo, biti potreban Type 2 to Type 2 kabel.



Svakako treba obratiti pažnju da ako on-board charger vozila podržava punjenje od 22 kW ili 7,2 kW snage, treba imati jači kabel koji može podržati takvu snagu. Za vozila koja se pune na 3,6 kW ili na 11 kW, dovoljan je kabel koji provodi snagu do 11 kW.[57]

DC punjači, poznatiji i kao brzi punjači, su namijenjeni duljim putovanjima i najčešće se nalaze na autocestama, iako ih se velik broj danas može naći i u Zagrebu. Oni su danas uglavnom snage 50 kW te njih ima najviše, ali diljem Hrvatske su raspoređeni i brojni ‘ultra-brzi’ punjači s još većom snagom. Prvi jači punjač od 175 kW postavljen je u Vukovoj Gorici u smjeru Zagreba. Najbrži punjači u Hrvatskoj su IONITY punjači, dostupni na tri lokacije te svaki od 350 kW.

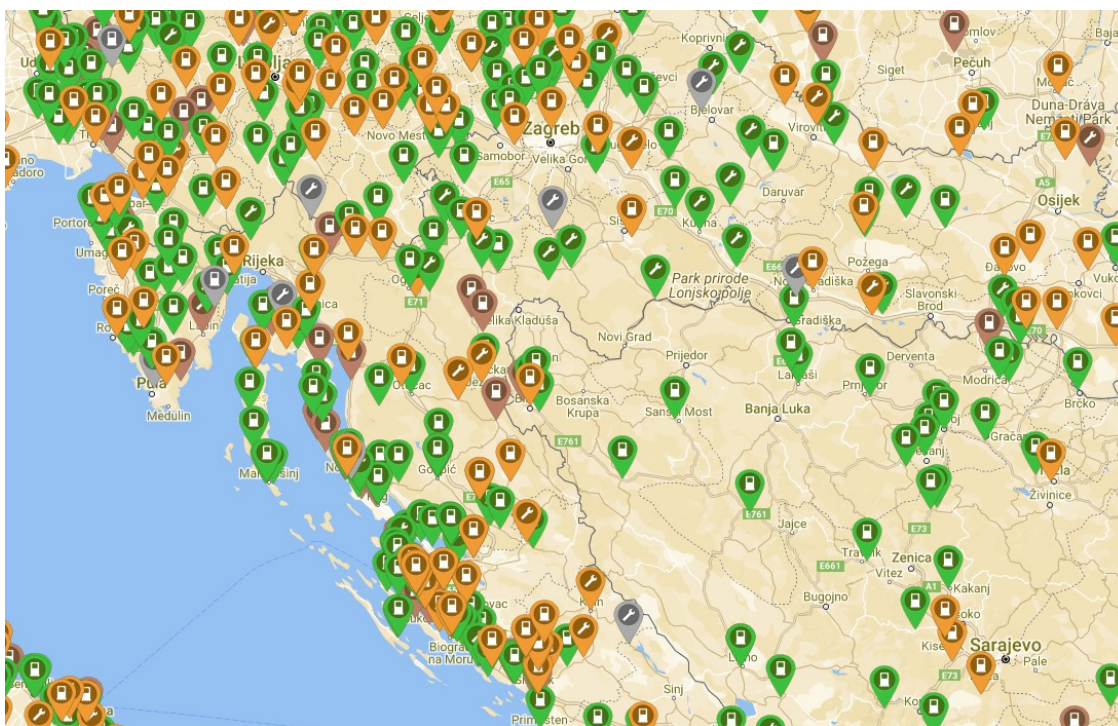
Budući da DC punionice isporučuju najveću snagu i omogućuju najbrže punjenje, i to uglavnom za 30-45 minuta 10-80%, one su najčešće i najskuplje.[57]

PlugShare je sve popularnija zajednica vlasnika električnih vozila koja omogućava povezivanje vlasnika električnih vozila te, između ostalog, nudi interaktivnu kartu na kojoj prikazuje pozicije punionica električnih vozila diljem svijeta[40]

Zapravo je riječ o svojevrsnoj zajednici koja okuplja vlasnike električnih vozila te im omogućava da se povezuju i dijele podatke o stanju punionica diljem svijeta (pokrivena je u Hrvatska). Dakako, ključna je prednost to što je u aplikaciji dostupna interaktivna karta na kojoj se mogu vidjeti pozicije punionica te korisne informacije o njima; jesu li trenutno ispravne ili nisu, snagu koju mogu isporučiti, vrste utičnica, fotografije i slično.[40]

Na slici 9. je prikazana interaktivna karta aplikacije PlugShare.

Slika 9. Interaktivna karta aplikacije PlugShare



Izvor: <https://www.plugshare.com/>

Ključna je prednost to što je u aplikaciji dostupna interaktivna karta na kojoj se mogu vidjeti pozicije punionica. Isto tako prikazane su i korisne informacije o njima kao primjerice: [40]

- jesu li trenutno ispravne ili nisu
- snagu koju mogu isporučiti
- vrste utičnica
- fotografije i sl.

Kod nas se na sto kilometara u prosjeku nalazi 2 do 3 punionice što i nije pretjerano pohvalno. To za vozače električnih vozila znači da i dalje moraju pažljivo planirati putovanje i vožnju automobilom i to ne samo stoga što punjača zapravo nedostaje (veći gradovi su tu u prednosti u odnosu na zabačenija ili usputna mjesta), nego i stoga što nije rijedak slučaj da su punionice već zauzete ili izvan pogona.[40]

## 4. Primjena električnih vozila kao poticaj održivoj mobilnosti

Održivi prometni sustav na siguran način zadovoljava osnovne potrebe društva i ograničava emisije i potrošnju obnovljivih izvora energije. Između ostalog je i cjenovno pristupačan te učinkovit i nudi razne oblike prijevoza. [28]

Električni automobili pridonose čistijem zraku u gradovima jer ne ispuštaju štetne tvari u okolinu kao što su: [28]

- čestice (čađa)
- hlapivi organski spojevi
- ugljikovodici
- ugljični monoksid
- ozon
- olovo
- i razni dušikovi oksidi.

Koristi od čistog zraka su najčešće lokalne prirode zbog toga što su, ovisno o izvoru električne energije koja se koristi za punjenje akumulatora, emisije štetnih tvari u zrak pomaknute na mjesto proizvodnje električne energije. Kada bi se sva električna energija za punjenje električnih automobila dobila iz obnovljivih izvora energije tada bi električni automobili bili u potpunosti bez emisije štetnih plinova.[28]

Posljednjih godina gotovo svi proizvođači automobila ubrzano ulažu u razvoj što boljih i konkurentnijih električnih automobila. Po prvi puta u modernoj automobilskoj povijesti prodaja vozila u Europskoj Uniji s mogućnošću punjenja električnom energijom u rujnu je nadmašila broj registracija na novim vozilima koja koriste dizelsko gorivo. Udjel električnih vozila u Europi je dosegao do jučer nezamislivih 12%.[56]

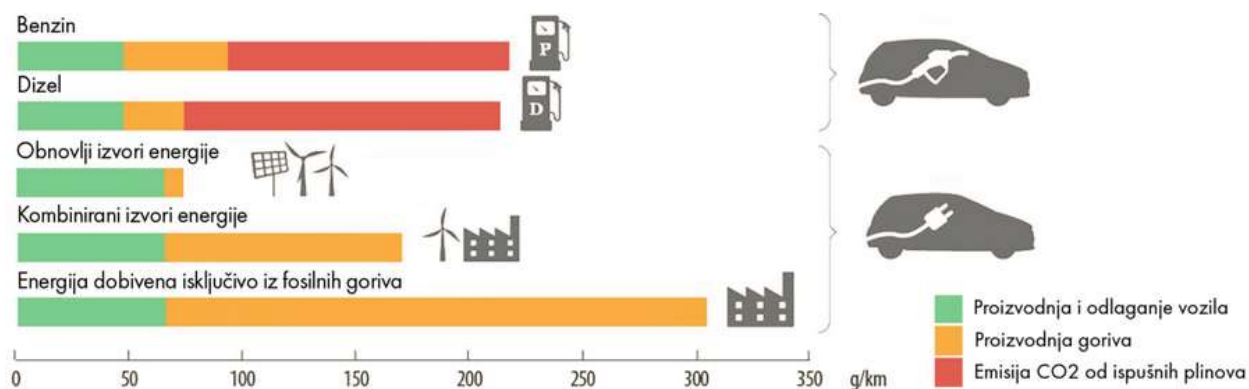
Kroz povijest vozila na električni pogon pokazali su kako napreduju u korak s tehnologijom, a tome u prilog ide odobravanje od strane samih kupaca što je vidljivo po konstantnoj povećanoj potražnji. Danas mladi ljudi kao jedan od najvećih problema današnjice vide ekološko onečišćenje i globalno zatopljenje koje je izravno povezano s emisijom ugljikovih dioksida, za čiji su dobar dio odgovorni automobili.[41]

Razvoj i sve veći broj električnih automobila zahtijeva i pripadajuću infrastrukturu. Dok prodaja električnih vozila u Europi bilježi porast od 110% broj punionica električnih vozila porastao je u istom periodu 58%. Stanice za punjenje električnih automobila bilježe sve brži tehnološki razvoj posljednjih godina. Tako i Schrack Technik prati i razvija svoju seriju stanica za

punjenje i-CHARGE. Najnovija serija i-CHARGE CION koju predstavljamo u ovoj akciji u skladu je s najnovijim dostignućima na polju elektromobilnosti. [56]

Stanice za punjenje podižu vrijednost dugoročne imovine objekta na kojem se nalaze, a one tvrtke koje se odluče postaviti ih aktivno sudjeluju u povećanju kvalitete zraka u urbanim sredinama i stječu epitet ekološki osviještenih tvrtki.[56]

Slika 10. Zagađenje životne sredine u g/km u tok proizvodnje, eksploatacije i odlaganja vozila



Izvor: <https://www.schrack.hr/know-how/elektromobilnost/schrack-i-charge-cion>

Na slici 10. prikazano je zagađenje životne sredine u g/km u tok proizvodnje, eksploatacije i odlaganja vozila. Vidljivo je da su konvencionalna goriva tu nešto više od 200 grama po kilometru. Ako gledamo električna vozila jako ovisi od kuda dolazi energija. Ako dolazi iz fosilnih goriva onda je u usporedbi sa konvencionalnim vozilima veća za više od 100 grama po kilometru. Ako koriste obnovljive izvore energije ili kombinaciju to drastično pada pogotovo u slučaju obnovljivih izvora energije.

U državama gdje se više od 80% električne energije dobiva zahvaljujući obnovljivim izvorima, vrlo je isplativo uvođenje sve većeg broja električnih automobila iz razloga što je tamo električna energija proizvedena uz smanjenje količinu emitiranja štetnih plinova. S druge strane, zemlje kod kojih je količina proizvedene električne energije iz prirodnih energenata manja od 30% i dalje ne postižu značajno smanjenje emisija štetnih plinova nego samo prebacuju onečišćenje dalje od centra grada.[39]

Primjer izračuna električnog vozila srednje klase, a kao primjer bi se prikazao na Golf VIII odnosno Golf E. Kroz tri tablice biti će prikazan izračun povrata investicije kod kupnje vozila na električni pogon.

Tablica 1. Izračun povrata investicije kupnjom Električnog vozila bez subvencije

MODEL	GOLF VII	GOLF E
Pogonski agregat	DIZEL	ELEKTROMOTOR
Godišnja kilometraža (km)	20 000	
Prosječna potrošnja goriva <sup>3</sup>	6 l/100km	18 kWh/100km
Cijena goriva (€)	1.41 <sup>4</sup>	0.14
Godišnji trošak održavanja (€) <sup>5</sup>	800	0
Cijena vozila (€) <sup>6</sup>	30 000	50 000
Godišnja ušteda na energentu (€)	0	1188
Godišnja ušteda na održavanju (€)	0	500
Ukupna godišnja ušteda (€)	0	1688
<b>IZNOS SUBVENCIJE</b>		
0 €		
<b>PERIOD POVRATA INVESTICIJE U EV (GODINE)</b>		
15		
<b>GODIŠNJA UŠTEDA CO<sub>2</sub> (T/CO<sub>2</sub>)<sup>7</sup></b>		
3.23		
<b>UŠTEDA CO<sub>2</sub> KROZ 15 GODINA (T/CO<sub>2</sub>)<sup>8</sup></b>		
48.45		

Izvor: Izrada autora prema <https://www.ev-kalkulator-cg.org/>

U tablici 1. prikazan je izračun odnosno usporedba vozila na fosilno goriva (dizel) i vozila na električni pogon. Izračun se temelji tako da se vozilo na električni pogon puni na kućnoj utičnici

<sup>3</sup> Kataloška prosječna potrošnja goriva na 100 km

<sup>4</sup> Cijena goriva na dan 10.08.2023.

<sup>5</sup> Prosječni godišnji trošak redovitog godišnjeg servisa i izmjena pneumatika te periodični trošak zamjena potrošnih dijelova kao primjerice kočioni diskovi i pločice, remen, dijelovi ovjesa i sl.

<sup>6</sup> Kataloška cijena vozila sa istim paketom opreme

<sup>7</sup> Iznos uštede predstavlja količinu CO<sub>2</sub> koju bi u godinu dana emitiralo vozilo pogonjeno na dizelsko gorivo iz izračuna

<sup>8</sup> Iznos uštede predstavlja količinu CO<sub>2</sub> koju bi u periodu od 15 godina emitiralo vozilo pogonjeno na dizelsko gorivo iz izračuna

tj. na cijeni električne energije za kućanstva. Prijedom godišnjom kilometražom od 20.000 km bez subvencija povrat investicije je 15 godina.

Tablica 2. Izračun povrata investicije kupnjom Električnog vozila sa subvencijom

MODEL	GOLF VII	GOLF E
Pogonski agregat	DIZEL	ELEKTROMOTOR
Godišnja kilometraža (km)	20 000	
Prosječna potrošnja goriva	6 l/100km	18 kWh/100km
Cijena goriva (€)	1.41	0.14
Godišnji trošak održavanja (€)	800	0
Cijena vozila (€)	30 000	50 000
Godišnja ušteda na energentu (€)	0	1188
Godišnja ušteda na održavanju (€)	0	500
Ukupna godišnja ušteda (€)	0	1688
<b>IZNOS SUBVENCIJE</b>		
10 000 €		
<b>PERIOD POVRATA INVESTICIJE U EV (GODINE)</b>		
6		
<b>GODIŠNJA UŠTEDA CO2 (T/CO<sub>2</sub>)</b>		
3.23		
<b>UŠTEDA CO2 KROZ 15 GODINA (T/CO<sub>2</sub>)</b>		
48.45		

Izvor: Izrada autora prema <https://www.ev-kalkulator-cg.org/>

Prijedom godišnjom kilometražom od 20.000 km uz subvencije od 10.000,00 € povrat investicije je 6 godina.

Tablica 3. Izračun povrata investicije kupnjom Električnog vozila sa subvencijom

MODEL	GOLF VII	GOLF E
Pogonski agregat	DIZEL	ELEKTROMOTOR
Godišnja kilometraža (km)	30 000	
Prosječna potrošnja goriva	6 l/100km	18 kWh/100km
Cijena goriva (€)	1.41	0.14
Godišnji trošak održavanja (€)	800	0
Cijena vozila (€)	30 000	50 000
Godišnja ušteda na energentu (€)	0	1188
Godišnja ušteda na održavanju (€)	0	500
Ukupna godišnja ušteda (€)	0	1688
<b>IZNOS SUBVENCIJE</b>		
10 000 €		
<b>PERIOD POVRATA INVESTICIJE U EV (GODINE)</b>		
4		
<b>GODIŠNJA UŠTEDA CO<sub>2</sub> (T/CO<sub>2</sub>)</b>		
4.85		
<b>UŠTEDA CO<sub>2</sub> KROZ 15 GODINA (T/CO<sub>2</sub>)</b>		
72.57		

Izvor: Izrada autora prema <https://www.ev-kalkulator-cg.org/>

Prijeđenom godišnjom kilometražom od 20.000 km uz subvencije od 10.000,00 € povrat investicije je 6 godina.

Iz gornjih tablica da se zaključiti da se subvencijom na cijenu vozila prelazak na vozila sa električnim pogonom u nekoliko godina investicija isplati. Ukoliko tome pridodamo i veću prijeđenu godišnju kilometražu primjerice 30.000 km investicija u vozilo sa električnim pogonom isplati se već za 4 godine. Bez obzira na subvencije, iz izračuna je vidljivo kako vozilo na električni pogon prijeđenom kilometražom od 20.000 godišnje emitira manje emisije štetnih plinova za 3.23 T/CO<sub>2</sub>. Ukoliko je godišnja kilometraža 30.000 emitira manje emisije štetnih plinova za čak 4.85 T/CO<sub>2</sub>. Ako gledamo razdoblje od 15 godina, prijeđenom kilometražom od 20.000 emitira manje emisije štetnih plinova za 48.45 T/CO<sub>2</sub>, a prijeđenom kilometražom od 30.000 emitira manje emisije štetnih plinova za 72.57 T/CO<sub>2</sub>.

Sve više električnih vozila nalazi se na cestama Velike Britanije, a proizvođači povećavaju proizvodnju i razvijaju automobile s većim baterijama kako bi poboljšali domet i ukupnu praktičnost. S druge strane, raste ukupna masa vozila, a infrastruktura je stara i pitanje je može li podržavati nova opterećenja. Stare strukture mogu biti u opasnosti od urušavanja zbog povećane mase novih automobila. Električna vozila puno su teža od današnjih uobičajenih benzinskih ili dizelskih automobila, a sigurno su glomaznija od modela koji su bili na cestama prije pedeset i šezdeset godina. Lokalna vijeća trebala bi provjeriti ograničenja težine na mostovima – kako bi se osiguralo da se neće srušiti s povećanjem broja težih električnih automobila. [53]

Svakog dana na cestama se povećava broj vozila. Povećanje količine ispušnih plinova direktno utječe na veće onečišćenje okoliša. Glavni cilj korištenja električnih automobila je punjenje električnom energijom iz obnovljivih izvora energije u cilju smanjenja emisije CO<sub>2</sub>. Udio električnih i hibridnih vozila u Republici Hrvatskoj je svega 1%. Prema dugoročnoj strategiji Republike Hrvatske planirani udio električnih automobila do 2050. godine prognozira se čak 85%. Sasvim sigurno, električni automobil je bliska budućnost, za nas je najvažnije da se na vrijeme pripremimo na njihovo korištenje.[56]

U Nacionalnoj razvojnoj strategiji Republike Hrvatske do 2030. godine (NN13/21) prikazan je Strateški cilj 10. „Održiva mobilnost”. Prometna povezanost nužna je sastavnica kvalitete života, ali i nezaobilazan instrument ravnomjernog razvoja i bržeg prelijevanja gospodarskog rasta među regionalnim središtima koji istodobno proširuje mogućnosti i smanjuje troškove pristupa međunarodnim tržištima.

Prometna je infrastruktura instrument nacionalnog i regionalnog razvoja te teritorijalne kohezije koji pokreće razmjenu dobara te omogućava bolju pristupačnost svim institucionalnim, društvenim, gospodarskim, zdravstvenim, turističkim, kulturnim i drugim sadržajima. Promet je stoga horizontalna poveznica svih gospodarskih aktivnosti i nastojanja za povećanjem kvalitete života ljudi, ali i sektor koji nudi velike prilike za stvaranje novih radnih mjesta. [16]

Ulaganja u prometni sektor omogućit će kvalitetan iskorak prema razvijenijim zemljama Europske unije te osnažiti regionalni geoprometni potencijal Hrvatske. Također, ta će ulaganja biti pokretač ravnomjernog i održivog regionalnog razvoja i inovacija koji donose gospodarske promjene, visokokvalitetne usluge i proizvode, prihode, poslovne modele i prilike za povećanje konkurentnosti poduzeća i zadovoljenje potreba stanovništva. [16]

Električna vozila će imati veliki utjecaj na distribucijsku mrežu. Postojeće mreže moraju se razvijati kako bi se mogle nositi s budućim zahtjevima koji proizlaze iz integracija velikog broja mjesta za punjenje električnih vozila, ali i s brzim punjačima velikih snaga.

Zbog velike zabrinutosti za okoliš koja rezultira politikama koje vode k smanjenju emisija stakleničkih plinova, te zbog ubrzanog tehnološkog razvoja baterija i informacijsko



komunikacijskih tehnologija (ICT) po prihvatljivim troškovima, očekuje se u narednim godinama znatno povećanje broja električnih vozila (EV). Taj trend zamjene automobila koji koriste motore s unutarnjim izgaranjem s EV-ima imat će velik utjecaj na postojeće srednjonaponske (SN) i niskonaponske (NN) mreže. [50]

Kod litij-ionskih baterija, premda se one naknadno mogu koristiti u stacionarnim postrojenjima, problem je i u njihovom zbrinjavanju. Usto se svjesno, uz vrlo upitan ukupni utjecaj na zdravlje ljudi, zanemaruje i njihova zapaljivost. To uvelike kompromitira sigurnost i poskupljuje izvedbu te smanjuje vrline povoljnog omjera kapaciteta i mase. Današnje samozapaljenje električnog skutera na splitskoj rivi to je zorno potvrdilo.[26]

Sveučilište u Ujedinjenom Kraljevstvu dobilo je zadatak istražiti „drugi život“ baterije električnih automobila kako bi se smanjio ogroman utjecaj na okoliš postojećim tehnikama zbrinjavanja. Sveučilište Nottingham Trent dio je šireg istraživačkog projekta vrijednog 4,5 milijuna funti (5 milijuna eura) za uspostavljanje procesa recikliranja ili ponovne uporabe baterija za vozila na električni pogon.

To bi moglo spriječiti slanje do devet milijuna tona na odlagalište svake godine kada vozila postanu uobičajena pojava na cestama. Donacija od 582.000 funti (657.000 eura) dodijeljena je sveučilišnom Centru za napredni dizajn i proizvodni inženjering kao dio europskog projekta „Rebellion“ za razumijevanje učinkovitijih načina za ponovnu upotrebu ili recikliranje baterija za vozila na električni pogon.

Kada kapacitet litij-ionske baterije padne ispod 75 posto, često se smatra da više ne odgovara namjeni u putničkim vozilima, što znači da baterije treba zamijeniti ili odbaciti. Njihova obnova mogla bi omogućiti da ove baterije traju još deset godina u drugim primjenama.[52]

Pravilnikom o baterijama i akumulatorima i otpadnim baterijama i akumulatorima propisuju se postupci i ciljevi gospodarenja s otpadnim baterijama i akumulatorima, uvjeti gospodarenja s otpadnim baterijama i akumulatorima, zahtjevi u pogledu odvojenog sakupljanja i obrade otpadnih baterija i akumulatora, sadržaj programa za obavljanje usluge sakupljanja otpadnih prijenosnih baterija i akumulatora, obveze vođenja evidencija i dostave izvješća, zahtjevi u pogledu baterija i akumulatora koji su proizvod, način i uvjeti označavanja baterija i akumulatora te ambalaže, obveze i način ispunjavanja obveza proizvođača proizvoda, vrste proizvoda za koje je obvezna registracija u Registar gospodarenja posebnim kategorijama otpada i način obveznog postupanja proizvođača proizvoda i posjednika otpada, te druga pitanja u svezi gospodarenja otpadnim baterijama i akumulatorima a sve u svrhu postizanja ciljeva propisanih ovim Pravilnikom. [18]

U EU je već uspostavljen vrlo dobar sustav za prikupljanje i recikliranje olovnih baterija u skladu s EC direktivom 91/157/EEC sa stopom recikliranja od oko 90%. U slučaju olovnih baterija, oko 96% materijala u bateriji se obnavlja. Međutim, trenutno se manje od 5% litij-ionskih

baterija reciklira u EU. Postrojenja za reciklažu litij-ionskih automobilskih baterija još su u povojima. Neki od glavnih razloga za to su još uvijek vrlo mali broj električnih vozila koja su na kraju životnog vijeka, različite korištene kemije baterija i dizajna, kao i visoki troškovi recikliranja. Cijena potpunog recikliranja baterije je oko 1 EUR po kg, a vrijednost oporabljene materijala je samo trećina toga. Trenutačno se uglavnom obnavljaju materijali iz baterija kobalt i nikal. Štoviše, kvaliteta nekih materijala nakon recikliranja je ispod razine baterije. Na primjer, litij se trenutno ne obnavlja u obliku upotrebljivom za ponovnu upotrebu proizvodnja baterija. [2]

Osim toga, trenutni mali broj baterija za vozila dostupnih za recikliranje ograničava mogućnosti za tehnološko učenje i ekonomiju razmjera. Procjena emisija stakleničkih plinova iz recikliranja vrlo se razlikuje od studije do studije ovisno o pretpostavkama u vezi s korištenim kemikalijama, procesu recikliranja, pretpostavljenoj kvaliteti izlaza, kao i drugim pretpostavkama modeliranja. [2]

Prema Tesli, ponovna obrada izlaza recikliranih baterija natrag u baterije ima potencijal za smanjenje emisija za oko 70%. Ovo se trenutno čini kao pusta želja s obzirom na druge izjave u literaturi, gdje je potencijalno smanjenje emisija stakleničkih plinova iz recikliranja baterija u rasponu od 7% do 17%. Općenito, naznačeno je da se velike uštede stakleničkih plinova uz male zahtjeve procesa mogu postići recikliranjem aluminijskih, čelika i plastike iz pakiranja i modula. Trenutno, u većini slučajeva, recikliranje dodaje emisije stakleničkih plinova životnom ciklusu (Tablica 2). U najboljem slučaju moguća su mala smanjenja emisija ako se koristi hidrometalurgija, smanjenje od oko 12 kg CO<sub>2</sub>eq po kWh bateriji. Međutim, postoji nekoliko potencijalnih putova recikliranja baterija koji bi mogli dovesti do neto uštede od 1 do 2,5 kg CO<sub>2</sub> po kg reciklirane baterije. [2]

Koristi električnih vozila jesu da su bolji za okoliš i zdravlje ljudi. Puno ljudi kupuje električni automobil upravo iz razloga što su sigurni da su bolji za okoliš. To znači da dolazi do manje zagađenja i bolje kvalitete zraka što dovodi do manje zdravstvenih problema i troškova uzrokovanih zagađenjem zraka. [34]

Još jedna korist je da je obnovljiva električna energija. Za razliku od benzina koji se stvara od nafte koja nije obnovljiva, električna je energija obnovljivi resurs. Električni automobil može se prirodno pokretati obnovljivim izvorima poput energije sunca, vjetra i vode. Ukoliko se još više želi iskoristiti obnovljivu energiju, postavljanje solarnih panela na krovove kuće dodatno se postiže učinkovitost. [33]

Možda najveća korist vozila na električni pogon za vozača je to što svi električni automobili imaju trenutni okretni moment, što znači da ćete snagu uvijek imati nadohvat ruke. Čim pritisnete papučicu gasa, odmah ćete dobiti „odgovor“ tj. povećanje brzine iz automobila što ova vozila čini idealnim za gradsku vožnju. Još jedna prednost je to što se baterije često nalaze u podu automobila

što osigurava izvrsnu ravnotežu i raspodjelu težine. To znači da je upravljanje zavojima jednostavno i pouzdano što na kraju omogućuje udobnu i sigurnu vožnju.[33]

Tim istraživača s Medicinskog fakulteta Keck Sveučilišta Kalifornija počeo je dokumentirati stvarni učinak korištenja električnih vozila s onečišćenjem zraka i zdravljem. Koristeći javno dostupne podatke, navedeni istraživači su analizirali „prirodni eksperiment“ koji se dogodio u Kaliforniji dok su stanovnici te države brzo prelazili na vozila na električni pogon ili vozila s nultom emisijom. Rezultati su upravo objavljeni u časopisu Science of the Total Environment. Uspoređeni su podatci o ukupnoj registraciji eklektičnih vozila, razinama onečišćenja zraka i posjetima hitnoj pomoći povezanim s astmom u cijeloj Kaliforniji između 2013. i 2019. godine. Rezultat je pokazao da ako se poveća broj vozila sa nultom emisijom unutar određenog prostora kao primjerice unutar neke županije, lokalna razina onečišćenja zraka i posjeta hitnoj pomoći je smanjena.[37]

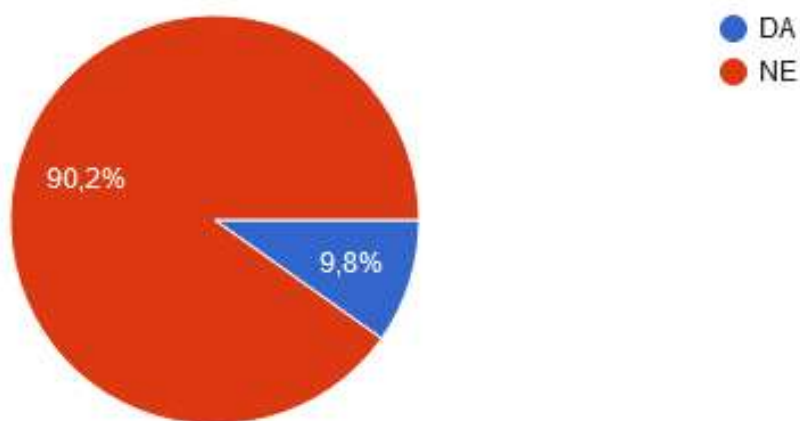
## 5. Rezultati empirijskog istraživanja

Istraživanje je provedeno anketnim upitnikom, a sudjelovalo je 112 ispitanika. Ciljana skupina sudjelovanja u anketi su vozači koji koriste vozila. Razdoblje ispitivanja je bilo od 31. srpnja do 12. kolovoza 2023 godine. Na uzorku od 112 ispitanika, 101 (90,2%) ispitanik ne vozi električno vozilo, a 11 (9,8%) ispitanika vozi električno vozilo kako je prikazano na Grafikonu 2.

Grafikon 2. Vozite li vozilo na električni pogon?

Vozite li vozilo na električni pogon?

112 odgovora



Izvor: Obrada autora prema Google forms

Anketa je podijeljena u četiri dijela od kojih prvi dio ankete se sastoji od pitanja o posjedovanju električnog vozila i iskustvima te dnevnim prijeđenim kilometrima. Stavovi o električnim vozilima je drugi dio ankete. U trećem djelu ankete je vjerojatnost sa ponuđenim tvrdnjama. Opći dio kao što su spol, dob, stupanj obrazovanja i sl. je četvrti dio ankete. U prvom i drugom dijelu su se sastojala od pitanja zatvorenog tipa. U trećem dijelu ispitanici su mogli odabirati odgovore tzv. ordinalne mjere. Pitanja o socio-demografskim podacima su se nalazila u četvrtom dijelu.

### ANALIZA UZROKA

Četvrti dio je opći dio koji prikazuje spol, dob, stupanj obrazovanja i sl. U nastavku biti će prikazani spol i dob. Grafikon 3. prikazuje spol ispitanika.

Grafikon 3. Spol

Spol

112 odgovora



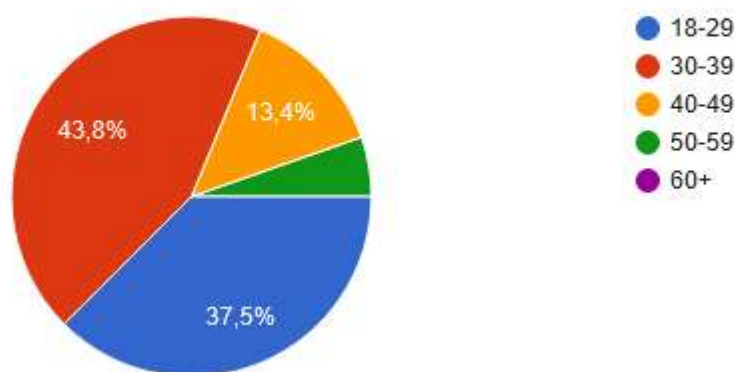
Izvor: Obrada autora prema Google forms

Iz grafikona 3. je vidljivo da je u anketi sudjelovalo više muškaraca točnije 59,8%, a 40,2% je sudjelovalo žena. U grafikonu 4. prikazana je dob ispitanika.

Grafikon 4. Dob

Godine

112 odgovora



Izvor: Obrada autora prema Google forms

Ovaj grafikon 4. prikazuje da je 81,3% ispitanika mlađih od 39 godina, a 18,7% ispitanika starijih od 40 godina.

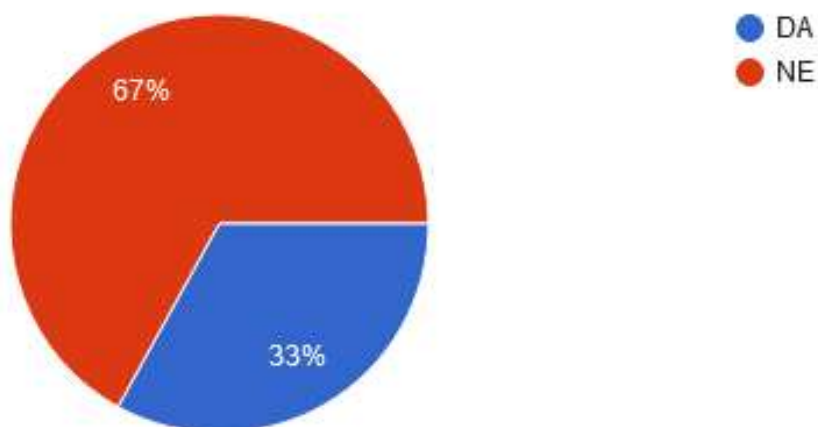
## PRVI DIO

Prvi dio ankete se sastoji od pitanja o posjedovanju električnog vozila i iskustvima te dnevnim prijeđenim kilometrima. U nastavku će se prikazati je li ispitanici imaju iskustva sa električnim vozilima i kolika je dnevna prijeđena kilometraža ispitanika odnosno u Grafikonu 5.

Grafikon 5. Iskustva sa električnim automobilima

Imate li iskustva sa električnim automobilima?

112 odgovora



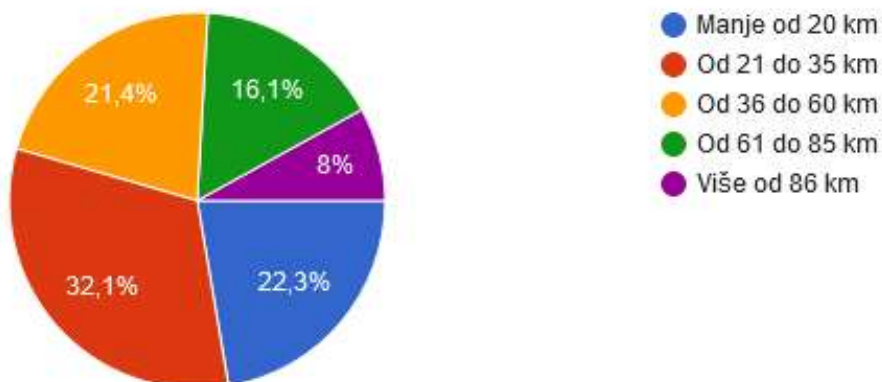
Izvor: Obrada autora prema Google forms

Iako samo 11 ispitanika vozi vozilo na električni pogon iz Grafikona 5. vidljivo je da 33% ispitanika ima iskustva sa električnim automobilima. U grafikonu 6. prikazati će se dnevna prijeđena kilometraža.

Grafikon 6. Dnevna prijeđena kilometraža

Koliko kilometara dnevno prelazite u automobilu?

112 odgovora



Izvor: Obrada autora prema Google forms

Iz grafikona 6. vidljivo je da je najčešća dnevna prijeđena kilometraža do 60-tak kilometara. Od 112 ispitanika samo njih 8% prelazi veliku dnevnu kilometražu odnosno više od 86 kilometara.

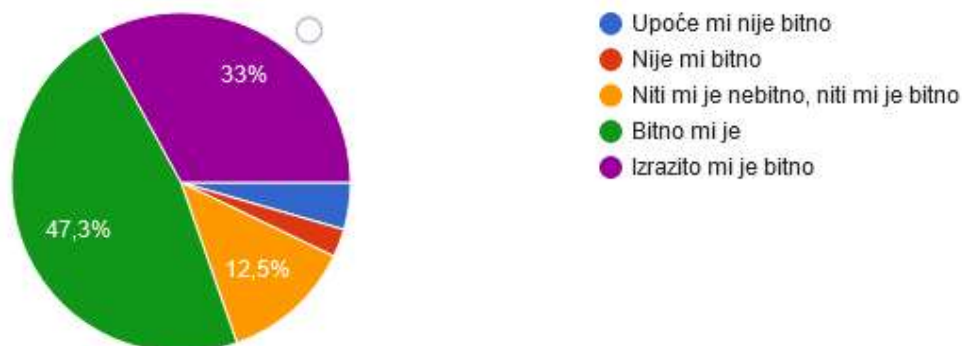
## DRUGI DIO

Drugi dio istražuje o stavovima prema električnim vozilima. Odgovori su koncipirani od „Uopće mi nije bitno“ do „Izrazito mi je bitno“. U grafikonu 7. prikazani su odgovori na pitanje „Koliko Vam je bitno: niski troškovi održavanja kod električnog automobila?“.

Grafikon 7. Troškovi održavanja kod električnog automobila

Koliko Vam je bitno niski troškovi održavanja kod električnog automobila?

112 odgovora



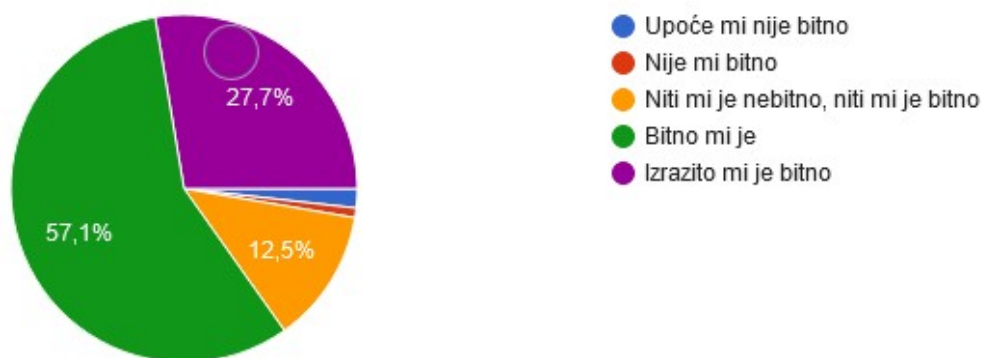
Izvor: Obrada autora prema Google forms

Vidljivo je u grafikonu 7. da su izrazio bitni i bitni troškovi održavanja kod električnih automobila čak 80,3% ispitanika. Niti mi je nebitno niti je bitno glasalo je 12,5% ispitanika, dok 7,2% ispitanika nisu bitni troškovi održavanja. Na grafikonu 9. prikazati će se koliko je ispitanicima bitan komfor kod električnog automobila.

Grafikon 8. Komfor kod električnog automobila

Koliko Vam je bitno:komfor kod električnog automobila?

112 odgovora



Izvor: Obrada autora prema Google forms

Iz grafikona 8. vidljivo je da je većini ispitanika izrazito bitno da imaju komfor kod električnog automobila. Jako malom borju ispitanika nije bitan komfor kod električnog automobila. Kod 12,5% ispitanika niti im je nebitno, niti im je bitan komfor. U grafikonu 9. prikazati će se koji su problemu kod električnih vozila gdje su ispitanici mogli navesti svoje viđenje problema.



## Grafikon 9. Mišljenje ispitanika o problemima kod električnih vozila

Po Vašem mišljenju koji su najveći problemi kod električnih vozila?

112 odgovora



Izvor: Obrada autora prema Google forms

Na ovom pitanju u anketnom upitniku ispitanici su mogli samostalno dodati odgovor. Ispitanici su osim cijene, dometa, pouzdanosti i malog broja punionica naveli i da su iskorištene baterije štetne za okoliš odnosno da opasne prilikom požara i nemogućnost odlaganja potrošene baterije i neisplative zamjene iste. Čekanje dok se automobil napuni, jer nemaju svugdje brze punionice je isto bio jedan od navedenih odgovora. Dok su 2 ispitanika navela sve navedeno. Najveći problem je cijena samog vozila što je potvrdilo 38,4% ispitanika, dok je drugo mjesto zauzeo domet vozila sa 31,2% ispitanika. Mali broj punionica je označilo 19,6% ispitanika.

## TREĆI DIO

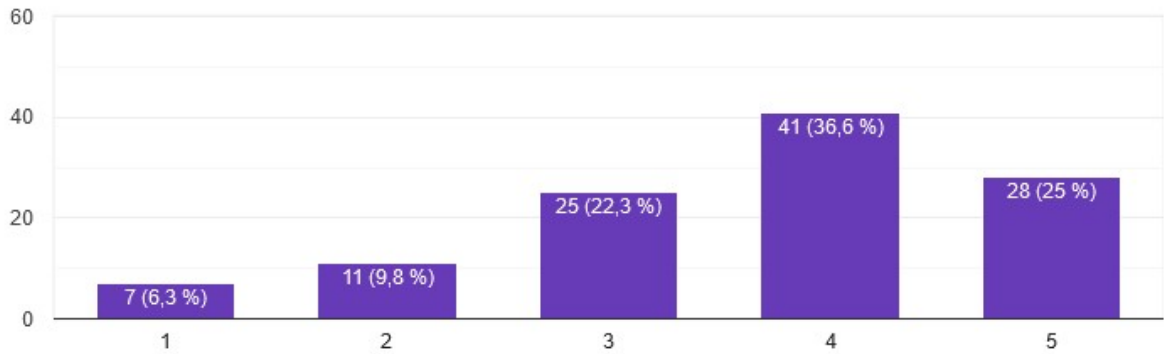
Treći dio istražuje o vjerojatnosti na navedenim tvrdnjama. Na kraju će se prikazati srednja ocjena ispitanika. U grafikonima od Grafikon 10. do Grafikon 14. biti će prikazane tvrdnje o električnim vozilima te odgovori ispitanika na temelju zatvorenih pitanja.

### Grafikon 10. Korištenje električnog automobila doprinosi očuvanju okoliša

Kolika je vjerojatnost od 1 do 5 da se slažete sa niže navedenom tvrdnjom.

Korištenjem električnih automobila možemo doprinijeti očuvanju okoliša?

112 odgovora



Izvor: Obrada autora prema Google forms

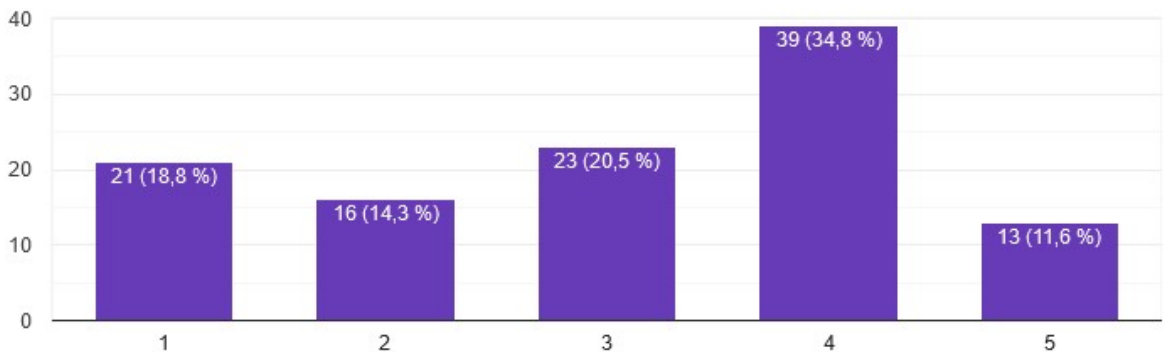
Iz grafikona 10. vidljivo je da se većina ispitanika slaže sa tvrdnjom da korištenjem električnih automobila može doprinijeti očuvanju okoliša. 28 (25%) ispitanika se slaže da električni automobil može doprinijeti očuvanju okoliša. Vrlo vjerojatno može doprinijeti misli 41 (36,6%) ispitanik. 11 (9,8%) ispitanika vrlo malo je vjerojatno da može doprinijeti, a 7 (6,3%) ispitanika misli da neće doprinijeti očuvanju okoliša.

### Grafikon 11. Kupnja sljedećeg automobila

Kolika je vjerojatnost od 1 do 5 da se slažete sa niže navedenom tvrdnjom.

Prilikom kupnje slijedećeg automobila razmotriti ću kupnju električnog automobila?

112 odgovora



Izvor: Obrada autora prema Google forms

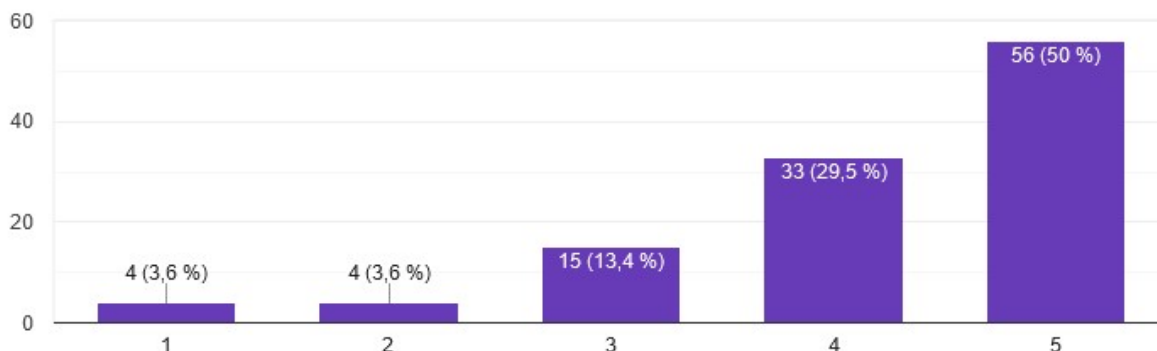
Iz grafikona 11. vidljivo je da su podijeljena mišljenja oko izbora automobila prilikom sljedeće kupnje. Da se zaključiti iz ovog grafikona da su ispitanici još uvijek skeptični oko kupnje vozila na električni pogon.

Grafikon 12. Poticaji za električna vozila

Kolika je vjerojatnost od 1 do 5 da se slažete sa niže navedenom tvrdnjom.

Smatram da kupnju električnih automobila treba financijski poticati?

112 odgovora



Izvor: Obrada autora prema Google forms

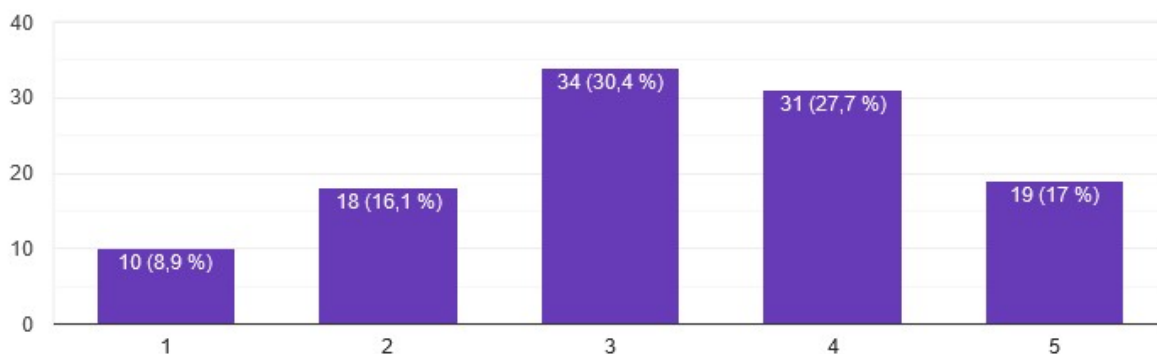
Na grafikonu 12. pokazano je da 50% tj. 56 ispitanika smatra da treba financijski poticati električne automobile. 33 (29,5%) ispitanika vrlo vjerojatno smatra da treba poticati, dok je 8 (7,2%) ispitanika smatra da vrlo malo vjerojatno ili uopće ne treba poticati kupnju.

Grafikon 13. Električni automobili dugoročno održivi

Kolika je vjerojatnost od 1 do 5 da se slažete sa niže navedenom tvrdnjom.

Električni automobili su dugoročno ekološki održivi?

112 odgovora



Izvor: Obrada autora prema Google forms

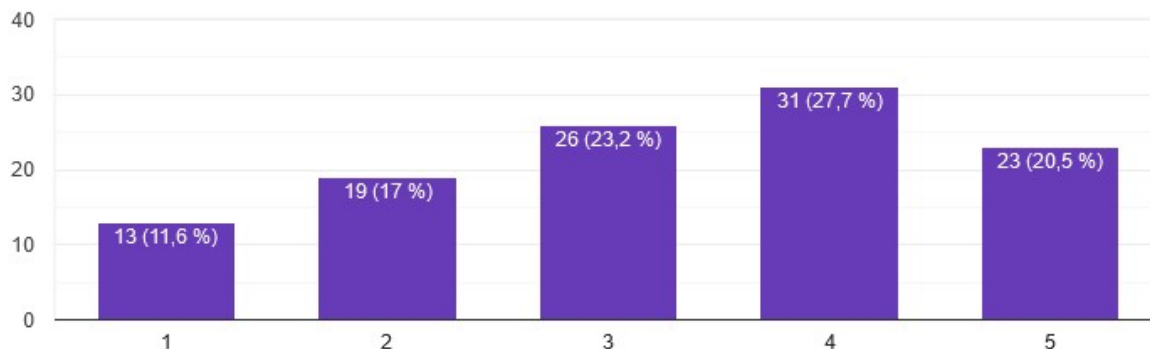
Kako i kod kupnje električnog vozila tako i kod tvrdnje da li su električni automobili dugoročno ekološki održivi ispitanici su podijeljeni. Iako su podijeljeni većina ipak smatra da su električni automobili dugoročno ekološki održiviji.

#### Grafikon 14. Zamjena za električne automobile

Kolika je vjerojatnost od 1 do 5 da se slažete sa niže navedenom tvrdnjom.

Smatram da će za 20 godina električni automobili u potpunosti zamijeniti klasične?

112 odgovora



Izvor: Obrada autora prema Google forms

Iz grafikona 14. vidljivo je kako 23 (20,5%) ispitanika smatraju da će električna vozila zamijeniti klasična. Vrlo vjerojatno da će električna vozila zamijeniti klasična smatra 31 (27,7%) ispitanik. 26 (23,2%) ispitanika smatra da će vrlo malo je vjerojatno električna vozila zamijeniti klasična, a 22 (28,6%) ispitanika smatra da je jako mala vjerojatnost da će električna zamijeniti klasična vozila.

Tablica 4. Srednja ocjena ispitanika po kriterijima

Kriterij	Srednja ocjena prema pojedinom kriteriju
Korištenjem električnih automobila možemo doprinijeti očuvanju okoliša	3,64
Prilikom kupnje slijedećeg automobila razmotriti ću kupnju električnog automobila	3,06
Smatram da kupnju električnih automobila treba financijski poticati	4,19
Električni automobili su dugoročno ekološki održivi	3,28
Smatram da će za 20 godina električni automobili u potpunosti zamijeniti klasične	3,29

Izvor: Izrada autora

Tablica 4. prikazuje srednje ocjene ispitanika za postavljene kriterije o vjerojatnosti stava prema električnim vozilima. Najvažniji kriterij prema srednjim ocjenama ispitanika je smatram da kupnju električnih automobila treba financijski poticati. Drugi najvažniji kriterij za ispitanike je korištenjem električnih automobila možemo doprinijeti očuvanju okoliša čija je srednja ocjena 3,64. Na trećem mjestu je kriterij prema srednjim ocjenama ispitanika smatram da će za 20 godina električni automobili u potpunosti zamijeniti klasične, čija je ocjena 3,29. Na četvrtom mjestu prema srednjim ocjenama ispitanika je električni automobili su dugoročno ekološki održivi sa srednjom ocjenom 3,28. na posljednjem mjestu tj. četvrtom je prilikom kupnje slijedećeg automobila razmotriti ću kupnju električnog automobila čija je srednja ocjena 3,06.

## 6. Zaključak

Korištenje električnih automobila, pa čak i u manjoj mjeri početak je utjecaja na razvoj održive mobilnosti. Prije svega tu su poznati brojni pozitivni učinci kao što je dekarbonizacija okoliša, utjecaj na zdravlje ljudi, ali moguće je ostvariti i pozitivne financijske pogodnosti. Sve su to dobre strane koje utječu kao poticaj u razvoju održive mobilnosti.

Kada govorimo o alternativnim gorivima, govorimo o gorivima ili izvorima koji djeluju u potpunosti ili djelomično kao zamjena za goriva koja nastaju iz izvora fosilne nafte unutar prometnog sektora. Brojne su mogućnosti za korištenje alternativnih goriva, a nužnost je potrebna na globalnoj razini. Nažalost, na području EU samo 5% vozila koristi alternativna goriva, a razloga za prelazak na iste je sve više. Naime, zastrašujuće je da na području Europske unije ovisnost o nafti koja se koristi za promet je na visokoj razini, čak oko 94%, od čega je oko 84% iz uvoza, a kada se govori o uvozu činjenica je da je isti iz nestabilnih područja svijeta čime se opskrba stavlja u nesiguran položaj, samim time i redovna funkcija prometa.

Zakoni i pod zakonski akti uvelike doprinose u razvoju prometnog sektora, poseban naglasak je u razvoju infrastrukture i dobre prometne povezanosti kada govorimo o novoj politici EU-a koja je ključni čimbenik za rast europskog gospodarstva. Shodno navedenom više direktiva je doneseno za opći razvoj i poboljšanja stanja okoliša, a ključna za održivu mobilnost donesena je Direktiva 2014/94EU u 2014. godini. Navedena Direktiva uređuje uspostavu infrastrukture za alternativna goriva. Primjerice, problem je bio u potražnji za alternativnim gorivima jer je cijena na tržištu izrazito visoka i bila potreba za Direktivom koja će poticati na korištenje istih, čime će se utjecati i na smanjenje cijene, a donositi će pozitivne rezultate. Isto tako, bitno je naglasiti kako osim provedbe uz poticaje tu su i mjere kojima se utječe na razvoj održivijeg prometa.

I u Hrvatskoj donesen je Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva, čijim donošenjem su se utvrdili minimalni uvjeti za izgradnju navedene infrastrukture, dok se Nacionalnim okvirom politike za uspostavu infrastrukture i razvoj tržišta alternativnih goriva u prometu propisane mjere nužne za ostvarivanjem nacionalnih ciljeva u ovom području.

Primjena električnih automobila pozitivno utječe na razvoj održive mobilnosti iz više razloga, prije svega, ne ispuštaju štetne tvari u okolinu, bolja su im vozna svojstva za razliku od vozila s pogonom na unutarnje izgaranje i ne stvaraju buku. Još jedna pozitivna strana u primjeni električnih vozila jest i financijska pogodnost. Naime, kupnjom električnog vozila bez subvencije u odnosu na vozilo čiji pogonski agregat jest primjerice dizel, može se ostvariti povrat investicije u roku od petnaest godina, a sa subvencijom u roku od šest godina s prosječnom prijeđenom godišnjom kilometražom od 20000 kilometara. Ukoliko je kilometraža u iznosu od 30000

kilometara rok povrata investicije je četiri godine sa subvencijom. Isto tako, financijske uštede očituju se kroz redovne godišnje servise koje nije potrebno provoditi kod električnih vozila, a znatne su uštede i kod razlike u cijeni energenata.

Provedenim anketiranjem 112 ispitanika to jest vozača koji koriste vozila, došlo se do podataka o njihovoj spremnosti na kupnju električnog vozila ili na korištenje istog.

Među anketiranim osobama prevladava muška populacija, od ukupnog broja ispitanih oko 10% njih već voze vozila na električni pogon, dok trećina ispitanih ima iskustva sa električnim vozilima. Kada se govori o dnevno prijeđenim kilometrima, najviše ispitanika se izjasnilo kako prelaze od 36 do 60 kilometara dnevno, a onda su uslijedili ispitanici koji dnevno prelaze od 21 do 35 kilometara. Većina ispitanika istaknula je kako im je bitno da troškovi održavanja električnih vozila budu niski, a slični postotak je istaknuo bitnost komfora električnog automobila.

Kada su u pitanju problemi kod električnih vozila, ispitanici su prije svega istaknuli cijenu kao najveći problem, uslijedio je domet, pa mali broj punionica, a neki su istaknuli kao problem vrijeme čekanja dok se baterija napuni. Većina ispitanika se slaže da korištenjem električnih automobila se može doprinijeti očuvanju okoliša, kod razmatranja kupovine slijedećeg automobila s elektromotorom su podijeljena mišljenja, a većina smatra da bi se kupovina trebala financijski poticati.

Shodno provedenom anketiranju, vidljiva je svijest o nužnosti očuvanja okoliša, te da sve veći broj ljudi želi koristiti električna vozila ali pod uvjetom da se kupnja istih subvencionira, te da se omogućí veći broj punionica, to jest infrastrukturu za električna vozila.

U svrhu izrade ovog diplomskog rada postavljen je hipoteza:

*„Povećanjem udjela električnih vozila na 20 % do 2030. godine smanjiti će se emisija stakleničkih plinova iz cestovnog prometa za 50% u odnosu na baznu 2013. godinu.“*

Provedenim istraživanjem utvrđeno je kako je postavljena hipoteza u potpunosti potvrđena. Povećanjem broja korištenja električnih vozila, smanjile bi se emisije stakleničkih plinova, samim time bi se smanjio broj vozila sa unutarnjim izgaranjem.

Uzme li se u obzir prosječnu godišnju prijeđenu kilometražu od 30.000 km, broj vozila 2013. godine (bazna godina) 200 milijuna vozila i prosječnu emisiju CO<sub>2</sub> 135 g/km dobije se 810 milijardi tona godišnje CO<sub>2</sub>. Trenutna prosječna emisija CO<sub>2</sub> je 116 g/km na 250 milijuna vozila iznosi 696 milijardi tona godišnje CO<sub>2</sub>. Povećanje udjela električnih vozila od 20% odnosno 51 milijun vozila dolazi do smanjenja CO<sub>2</sub> za nešto više od 247 milijardi tona godišnje. Kada se oduzme smanjenje i podijeli sa brojem vozila i prosječnom godišnjom prijeđenom kilometražom dobije se prosječna emisija CO<sub>2</sub> od 59,82 g/km čime se potvrđuje postavljena hipoteza.

Za povećanje broja korištenja potrebno je educirati vozače, poticati subvencijama kupnju i razvijati infrastrukturu. Čime bi se utjecalo na vozače da prilikom sljedeće kupnje budu odlučniji

u odabiru vozila sa električnim pogonom. Nadalje, prema primjerima većih europskih gradova, zabranjivati ulazak u centar grada vozilima sa motorima sa unutarnjim izgaranjem.





### IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, JOSIP BORIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom ELEKTRIČNA UZBUJANJA - POTICAJI ODREŽIVIH MORNARSKIH (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno čl. 83. Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Sukladno čl. 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

## Literatura

Knjige:

- [1.] C. D. Anderson, J. Anderson: Electric and Hybrid Cars A History, McFarland & Company, Inc., North Carolina, 2010.

Časopisi:

- [2.] A. Ajdanovic, R. Haas: On the Environmental Benignity of Electric Vehicles, Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Vienna University of Technology, Vienna, br. 3, 2019, dostupno: <https://hrcak.srce.hr/223989>
- [3.] B. Vuskovic, I. Rudan, M. Summer: Fostering Sustainable LNG Bunkering Operations: Development of Regulatory Framework, Sustainability MDPI, br. 15, travanj 2023, dostupno: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/9/7358>
- [4.] I. Filipović et. al.: Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila, Goriva i maziva, br. 44, 2005, dostupno: <https://hrcak.srce.hr/6645>
- [5.] J. A. Sanguesa et. al.: A Review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges, Smart Cities MDPI, br. 4, ožujak 2021, dostupno: <https://www.mdpi.com/2624-6511/4/1/22>
- [6.] K. Turon: Hydrogen-powered vehicles in urban transport systems - current state and development, ScienceDirect, Transportation Research Procedia 45, studeni 2019, dostupno: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146520301368?via%3Dihub>
- [7.] L. Rajaramji Gabhane, N. Kanidarapu: Environmental Risk Assessment Using Neural Network in Liquefied Petroleum Gas Terminal, Toxics MDPI, br. 11, travanj 2023, dostupno: <https://www.mdpi.com/2305-6304/11/4/348>
- [8.] M. Mujčinović, F. Vukušić: Uspostava infrastrukture za alternativna goriva i potreba uvođenja alternativnih goriva radi smanjenja utjecaja prometa na okoliš, Paraf, Pravni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera, Osijek, br. 1, ožujak 2017, dostupno: <https://hrcak.srce.hr/file/277754>, pravi link <https://hrcak.srce.hr/188421>
- [9.] S. Alam, S. Tanveer: Conversion of biomass into biofuel: a cutting-edge technology, ScienceDirect, Bioreactors, travanj 2020, dostupno: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978012821264600005X>

- [10.] Šipiš M.: Gašenje požara električnih automobila, Vatrogastvo i upravljanje požarima, Zagreb br 1-2, 2018, dostupno: <https://hrcak.srce.hr/clanak/316671> , pravi: <https://hrcak.srce.hr/216962>
- [11.] Y. Liang et. al.: Bilevel Optimal Economic Dispatch of CNG Main Station Considering Demand Response, Energies MDPI, br. 16, ožujak 2023, dostupno: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/7/3080>, 15.05.2023.

#### Radovi na konferenciji:

- [12.] H. Glavaš, M. Antunović, T. Keser: Cestovna vozila na električni pogon, Zbornik radova KoREMA '06, Split, 2006, str. 78-81, dostupno: <https://www.bib.irb.hr/281150>
- [13.] M. Stojkov, et. al.: Električni automobil - povijest razvoja i sastavni dijelovi, 12. skup o prirodnom plinu, toplini i vodi, 5. međunarodni skup o prirodnom plinu, toplini i vodi, Strojarski fakultet Sveučilišta u Slavonskom Brodu, Osijek, 2014, str. 222-230, dostupno: <https://www.bib.irb.hr/717355>

#### Legislativa:

- [14.] DIREKTIVA (EU) 2019/1161 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 20. lipnja 2019.o izmjeni Direktive 2009/33/EZ o promicanju čistih i energetski učinkovitih vozila u cestovnom prijevozu
- [15.] DIREKTIVA 2014/94/EU EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 22. listopada 2014. o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva
- [16.] Nacionalna razvojna strategija Republike Hrvatske do 2030. godine (NN13/21)
- [17.] Nacionalni okvir politike za uspostavu infrastrukture i razvoj tržišta alternativnih goriva u prometu (NN, broj 34/17)
- [18.] Pravilnik o baterijama i akumulatorima i otpadnim baterijama i akumulatorima (NN 111/15)
- [19.] Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva (NN 120/16, 63/22)

Internet izvori:

- [20.] <http://hocired.hr/Za%20web%202021/Referati%20po%20studijskim%20odborima/SO6/SO6-23.pdf> dostupno 10.04.2023.
- [21.] [http://www.elektricna-vozila.com.hr/clanak\\_baterije](http://www.elektricna-vozila.com.hr/clanak_baterije) dostupno 10.04.2023.
- [22.] <http://www.fsec.ucf.edu/en/consumer/hydrogen/basics/index.htm> dostupno 15.05.2023
- [23.] <http://www.koncar-inem.hr/proizvodi-i-usluge/energetika-2/ev-punjaci/> dostupno 18.05.2023.
- [24.] <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/alternative-fuels> dostupno 16.06.2023.
- [25.] [https://automania.hr/vodikove\\_gorive\\_elije\\_kako\\_koristii\\_vodik\\_kao\\_gorivo/](https://automania.hr/vodikove_gorive_elije_kako_koristii_vodik_kao_gorivo/) dostupno 16.06.2023.
- [26.] [https://autoportal.hr/aktualno/tamna-strana-ekologije-i-presucena-mana-elektricnih-vozila-zapaljivost/#google\\_vignette](https://autoportal.hr/aktualno/tamna-strana-ekologije-i-presucena-mana-elektricnih-vozila-zapaljivost/#google_vignette) dostupno 11.08.2023
- [27.] <https://drivegreen.rs/tema/sve-o-tipovima-punjaca-za-elektricne-automobile> dostupno 15.05.2023.
- [28.] <https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/project-result-content/5ed45e21-15a4-4b04-b1c3-30e589c0f114/LEMO%20prirucnik%20hrv.pdf> dostupno 10.04.2023.
- [29.] <https://enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=17562> dostupno 25.04.2023
- [30.] <https://energo.hr/stlaceni-prirodni-plin-spp-eng-cng/> dostupno 10.06.2023.
- [31.] <https://hr.lemo-project.eu/wp-content/uploads/2015/01/Stanice-za-punjenje-elektri%C4%8Dnih-vozila.pdf> dostupno 10.06.2023.
- [32.] <https://hrportfolio.hr/vijesti/ekonomija/zeleni-vodik-kao-gorivo-buducnosti-73799> dostupno 10.06.2023.
- [33.] [https://ina.hr/app/uploads/2020/01/NOVO-bio-goriva-bro%C5%A1ura\\_4\\_1\\_2017\\_v01.pdf](https://ina.hr/app/uploads/2020/01/NOVO-bio-goriva-bro%C5%A1ura_4_1_2017_v01.pdf) dostupno 15.05.2023.
- [34.] <https://kompare.hr/savjetnik/elektricni-automobil-prednosti/> dostupno 12.08.2023.
- [35.] <https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA%20ZA%20ENERGETIKU/Strategije,%20planovi%20i%20programi/NULTI%20SCENARIJ%20za%20energetski%20sektor%20-%20nacrt%20za%20javnu%20raspravu.pdf> dostupno 10.04.2023.
- [36.] <https://mmpi.gov.hr/infrastruktura/infrastruktura-za-alternativna-goriva/20746> dostupno 10.06.2023.

- [37.] <https://n1info.hr/vijesti/sto-su-sinteticka-goriva/> dostupno 25.04.2023.
- [38.] <https://n1info.hr/vijesti/studija-otkrila-zasto-su-elektricni-automobili-bolji-za-vase-zdravlje/> dostupno 12.08.2023.
- [39.] <https://shrinkthatfootprint.com/electric-car-emissions/> dostupno 15.05.2023.
- [40.] <https://www.bug.hr/appdana/plugshare-interaktivna-karta-punionica-elektricnih-vozila-za-pametne-telefone-24312> dostupno 23.06.2023.
- [41.] <https://www.businessinsider.com/promises-carmakers-have-made-about-their-future-electric-vehicles-2020-1#volkswagen-group-2> dostupno 12.08.2023.
- [42.] <https://www.consilium.europa.eu/hr/infographics/how-is-eu-electricity-produced-and-sold/> dostupno 23.06.2023.
- [43.] <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=67917> dostupno 25.04.2023.
- [44.] <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/biofuel-basics> dostupno 10.04.2023.
- [45.] <https://www.enu.hr/ee-u-hrvatskoj/20-20-20-i-dalje/alternativna-goriva/> dostupno 10.04.2023
- [46.] <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/economy/20221013STO43019/alternativna-goriva-za-automobile-kako-povecati-njihovu-upotrebu> dostupno 15.05.2023.
- [47.] <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20210512STO04004/vodikova-energija-koje-su-koristi-za-eu> dostupno 15.05.2023.
- [48.] <https://www.ev-kalkulator-cg.org/> dostupno 10.08.2023.
- [49.] <https://www.ev-trgovina.com/punjenje/punjaci-za-elektricna-vozila/> dostupno 15.05.2023.
- [50.] [https://www.hocired.hr/images/OPATIJA2018/Referati\\_po\\_studijskim\\_odborima/SO5/SO5-03.pdf](https://www.hocired.hr/images/OPATIJA2018/Referati_po_studijskim_odborima/SO5/SO5-03.pdf) dostupno 23.06.2023.
- [51.] <https://www.ina.hr/kupci/proizvodi-i-usluge/unp/> dostupno 10.04.2023.
- [52.] <https://www.jutarnji.hr/autoklub/aktualno/sto-s-potrosenim-baterijama-elektricnih-auta-eko-recikliranje-ili-druga-primjena-no-jos-smo-daleko-od-toga-15312238> dostupno 12.08.2023.
- [53.] <https://www.monitor.hr/britanci-takoder-strahuju-za-mostove-elektricna-vozila-su-preteska/> dostupno 25.04.2023.
- [54.] <https://www.monitor.hr/punionice-e-vozila-u-eu-na-svakih-60-km-vodika-na-najvise-200-km/> dostupno 25.04.2023.
- [55.] <https://www.rsc.org/periodic-table/element/1/hydrogen> dostupno 10.04.2023.
- [56.] <https://www.schrack.hr/know-how/elektromobilnost/schrack-i-charge-cion> dostupno 15.05.2023.

[57.] <https://www.strujnikrug.hr/vodic-kroz-punjace-za-elektricna-vozila/> dostupno  
23.06.2023.

## Popis slika

Slika 1. Izvori za pogon cestovnih vozila.....	6
Slika 2. Vozilo pogonjeno vodikom.....	10
Slika 3. Klasifikacija električnih vozila prema tehnologiji i postavkama motora.....	19
Slika 4. Mercedes EQS.....	20
Slika 5. Detroit Electric model 47.....	22
Slika 6. Vrste punjača.....	27
Slika 7. Sustav za punjenje električnog vozila.....	28
Slika 8. Vrste punionica.....	29
Slika 9. Interaktivna karta aplikacije PlugShare.....	30
Slika 10. Zagađenje životne sredine u g/km u tok proizvodnje, eksploatacije i odlaganja vozila	33

## Popis grafikona

Grafikon 1. Očekivani trend cijena baterija u bližoj budućnosti.....	25
Grafikon 2. Vozite li vozilo na električni pogon? .....	41
Grafikon 3. Spol .....	42
Grafikon 4. Dob .....	42
Grafikon 5. Iskustva sa električnim automobilima.....	43
Grafikon 6. Dnevna prijeđena kilometraža.....	44
Grafikon 7. Troškovi održavanja kod električnog automobila.....	44
Grafikon 8. Komfor kod električnog automobila .....	45
Grafikon 9. Mišljenje ispitanika o problemima kod električnih vozila.....	46
Grafikon 10. Korištenje električnog automobila doprinosi očuvanju okoliša.....	47
Grafikon 11. Kupnja sljedećeg automobila .....	47
Grafikon 12. Poticaji za električna vozila .....	48
Grafikon 13. Električni automobili dugoročno održivi .....	48
Grafikon 14. Zamjena za električne automobile .....	49



## **Popis tablica**

Tablica 1. Izračun povrata investicije kupnjom Električnog vozila bez subvencije.....	34
Tablica 2. Izračun povrata investicije kupnjom Električnog vozila sa subvencijom .....	35
Tablica 3. Izračun povrata investicije kupnjom Električnog vozila sa subvencijom .....	36
Tablica 4. Srednja ocjena ispitanika po kriterijima .....	50

## Prilozi

### Prilog 1. Anketa

#### ELEKTRIČNA VOZILA

Istraživanje se provodi na vozačima koji koriste vozila. Svrha provođenja ankete je izrada diplomskog rada na Sveučilišnom diplomskom studiju Održiva mobilnost i logistički menadžment na Sveučilištu Sjever te se želi istražiti spremnost vozača na kupnju ili korištenje vozila na električni pogon.

Anketa je anonimna koristiti će se agregirani podatci.

#### I. DIO

Vozite li vozilo na električni pogon?

DA

NE

Vaše zanimanje za alternativne izvore energije i nove tehnologije

Ne zanima me

Niti me ne zanima niti me zanima

Zanima me

Imate li iskustva sa električnim automobilima?

DA

NE

Koliko kilometara dnevno prelazite u automobilu?

Manje od 20 km

Od 21 do 35 km

Od 36 do 60 km

Od 61 do 85 km

Više od 86 km

## II. DIO

Koliko Vam je bitno smanjenje/eliminacija potrošnje nafte i naftnih derivata kod električnog automobila?

Uopće mi nije bitno

Nije mi bitno

Niti mi je nebitno, niti mi je bitno

Bitno mi je

Izrazito mi je bitno

Koliko Vam je bitno niski troškovi održavanja kod električnog automobila?

Uopće mi nije bitno

Nije mi bitno

Niti mi je nebitno, niti mi je bitno

Bitno mi je

Izrazito mi je bitno

Koliko Vam je bitno smanjeno ispuštanje stakleničkih plinova kod električnog automobila?

Uopće mi nije bitno

Nije mi bitno

Niti mi je nebitno, niti mi je bitno

Bitno mi je

Izrazito mi je bitno

Koliko Vam je bitno komfor kod električnog automobila?

Uopće mi nije bitno

Nije mi bitno

Niti mi je nebitno, niti mi je bitno

Bitno mi je

Izrazito mi je bitno

Po Vašem mišljenu koji su najveći problemi kod električnih vozila?

Cijena

Domet

Pouzdanost

Mali broj punionica

Ostalo

### III. DIO

Koliko je vjerojatnost od 1 do 5 da se slažete sa niže navedenom tvrdnjom.

Korištenjem električnih automobila možemo doprinijeti očuvanju okoliša?

1 2 3 4 5

Koliko je vjerojatnost od 1 do 5 da se slažete sa niže navedenom tvrdnjom.

Prilikom kupnje slijedećeg automobila razmotriti ću kupnju električnog automobila?

1 2 3 4 5

Koliko je vjerojatnost od 1 do 5 da se slažete sa niže navedenom tvrdnjom.

Smatram da kupnju električnih automobila treba financijski poticati?

1 2 3 4 5

Koliko je vjerojatnost od 1 do 5 da se slažete sa niže navedenom tvrdnjom.

Električni automobili su dugoročno ekološki održivi?

1 2 3 4 5

Koliko je vjerojatnost od 1 do 5 da se slažete sa niže navedenom tvrdnjom.

Smatram da će za 20 godina električni automobili u potpunosti zamijeniti klasične?

1 2 3 4 5

### IV. DIO

Spol

M

Ž

Ne želim se izjasniti

Godine

18-29

30-39

40-49

50-59

60+

Stručna sprema

Osnovna škola (razina 1)

Srednja škola (razina 2, 3 i 4)

Viša stručna sprema (razina 5 i 6)

Visoka stručna sprema (razina 7)

Magisterij (znanstveni) (razina 8.1.)

Doktorat (razina 8.2.)

Mjesečni prihod kućanstva

Od 501 € do 800€

Od 801€ do 1 200 €

Od 1 201 € do 2 000 €

Više od 2 001 €