

# Primjena i utjecaj električnih automobila u urbanim sredinama

---

Sučić, Sanda

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:719192>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-02**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

## **Primjena i utjecaj električnih automobila u urbanim sredinama**

**Sanda Sučić, 2603/336**

Koprivnica, rujan 2021. godine





# Sveučilište Sjever

**Odjel održive mobilnosti i logistike**

**Diplomski rad br. 105/OMIL/2021**

## **Primjena i utjecaj električnih automobila u urbanim sredinama**

**Student:**

Sanda Sučić, 2603/336

**Mentor:**

doc. dr. sc. Robert Maršanić

Koprivnica, rujan 2021. 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    |              |   |
| PRISTUPNIK                  | SANDA SUČIĆ   | MATIČNI BROJ | 2603/336D                                   |
| DATUM                       | 20.09.2021.   | KOLEGIJ      | Organizacija parkiranja u urbanim sredinama |
| NASLOV RADA                 | Primjena i utjecaj električnih automobila u urbanim sredinama |              |   |
| NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU | Application and impact of electric cars in urban areas        |              |   |

|                      |  |        |        |
|----------------------|--|--------|--------|
| MENTOR               | doc. dr. sc. Robert Maršanić                     | ZVANJE | docent |
| ČLANOVI POVJERENSTVA | 1. prof. dr. sc. Ljudevit Krpan - predsjednik    |        |        |
|                      | 2. doc. dr. sc. Robert Maršanić - mentor, član   |        |        |
|                      | 3. doc. dr. sc. Saša Petar, član                 |        |        |
|                      | 4. doc. dr. sc. Ivana Martinčević, zamjena člana |        |        |
|                      | 5.   |        |        |

## Zadatak diplomskog rada

|      |   |
|------|---|
| BROJ | 105/OMIL/2021   |
| OPIS | <p>Danas i unazad nekoliko godina, električna vozila se vraćaju u modu i ponovno se javlja ogroman interes za električnim vozilima. Mnoge su prednosti električnih vozila u odnosu na klasične sa unutrašnjim izgaranjem: nema emisije stakleničkih plinova, manja ovisnost o fosilnim gorivima, veća učinkovitost motora, manja razina buke i slično. Predmet istraživanja ovog diplomskog rada odnosiće se na električni automobil, te primjenu i utjecaj električnog automobila u urbanim sredinama. Svrha i cilj rada je prije svega upoznati se sa samim pojmom električni automobil. Saznati koje su prednosti i nedostaci električnog automobila te kada i na koji način su se električna vozila pojavila u Hrvatskoj i kako su ona prihvaćena kao svakodnevno prijevozno sredstvo. Potrebno je analizirati i usporediti električna vozila sa konvencionalnim vozilom te utvrditi način razmišljanja u budućnosti u vezi primjene električnih automobila. Istraživanje primjene i utjecaja električnih automobila u urbanim sredinama potrebno je izvršiti putem anketnog upitnika, odnosno putem on-line prikupljanja podataka, i to na području Koprivničko-križevačke županije. Cilj ankete, tj. istraživanja je utvrditi koji postotak stanovništva je upoznato sa pojmom "električni automobil", koja je njihova primjena na području stanovanja, na koji način smatraju da električni automobili djeluju na okoliš i da li u skoroj budućnosti planiraju kupiti električno vozilo.</p> |

|                    |           |  |   |
|--------------------|-----------|--|---|
| ZADATAK URUČEN     | 22.9.2021 | POTPIS MENTORA   |  |
| SVEUČILIŠTE SJEVER |           | SVEUČILIŠTE SJEVER<br>UNIVERSITY NORTH<br>KC/V2<br>MMI |   |

## **Predgovor**

Zahvaljujem se svom mentoru doc.dr.sc. Robertu Maršaniću na pomoći kod izrade diplomskog rada, što me svojim korisnim savjetima i svojom stručnošću usmjeravao pri izradi ovog rada, te na njegovom povjerenju i strpljenju bez kojeg ovaj rad ne bi bio uspješan.

Najveću zahvalu posvećujem svojim roditeljima i obitelji koji su vjerovali u mene, te mi pružili potporu i podršku i prije svega bili moj najveći oslonac tokom studiranja.

*Sanda Sučić*

## Sažetak

Danas i unazad nekoliko godina, električna vozila se vraćaju u modu i ponovno se javlja ogroman interes za električnim vozilima. Mnoge su prednosti električnih vozila u odnosu na klasične sa unutrašnjim izgaranjem. Primjerice kod električnih vozila nema emisije stakleničkih plinova, manja je ovisnost o fosilnim gorivima, veća je učinkovitost motora, manja je razina buke i slično. E-motori kao inovativna pogonska tehnologija su tihi, slabih vibracija i impresioniraju svojim snažnim okretnim momentom. To znači zadovoljstvo u vožnji od samog početka. Učinkovitost električnih automobila također ćete osjetiti i u novčaniku, jer su u usporedbi s konvencionalnim pogonima operativni troškovi električnog vozila znatno niži. Prema podacima Centra za vozila Hrvatske, evidentan je porast električnih i hibridnih vozila u posljednjih nekoliko godina. U Hrvatskoj je 2012. godine bilo svega 13 električnih automobila, dok ih je u 2020. godini registrirano preko 1.300. U ovom diplomskom radu analizirati će se primjena i utjecaj električnih automobila, te kakav stav imaju ljudi prema njima i sa koliko informacija raspolažu zapravo.

**Ključne riječi: električni automobil, staklenički plinovi, inovativna tehnologija, niži troškovi.**

## Summary

Today and a few years ago, electric vehicles are returning to fashion and huge interest in electric vehicles is re-emerging. There are many advantages of electric vehicles compared to classic ones with internal combustion: no greenhouse gas emissions, less dependence on fossil fuels, higher engine efficiency, lower noise levels and the like. E-motors as an innovative drive technology are quiet, low vibration and impress with their powerful torque. That means driving pleasure from the start. You will also feel the efficiency of electric cars in your wallet, as the operating costs of an electric vehicle are significantly lower compared to conventional drives. According to the Croatian Vehicle Center, there has been an increase in electric and hybrid vehicles in recent years. In 2012, there were only 13 electric cars in Croatia, while in 2020 there were over 1,300 registered. In this thesis, the application and impact of electric cars will be analyzed. In what way and what kind of attitude do people have towards them, and how much information do they actually have about them.

**Ključne riječi: electric car, greenhouse gases, innovative technology, lower costs.**

## Popis korištenih kratica i stranih pojmova

- A** Amper je osnovna jedinica SI sustava za jakost električne struje jednaka kulonu po sekundi. Ime je dobila po André-Marie Ampèreu
- AC** Motori kojima je za rad potrebna izmjenična struja nazivamo izmjeničnim motorima
- DC** Motori koji za svoj rad koriste istosmjernu struju nazivamo istosmjerni motori
- Hz** Herc je mjerna jedinica za frekvenciju u Međunarodnom sustavu (SI). Definira se kao jedan ciklus periodične pojave u sekundi
- Ks** Oznaka za konjsku snagu prema njemačkom standardu koja se definira kao snaga potrebna da se masa od 75 kilograma podigne (djelujući silom od 75 kilo ponda) na visinu od 1 metra u vremenu od 1 sekunde
- MJ** Jedinica za energiju jednaka 1.000.000 tj.  $10^6$  džula
- MsUI** Motori s unutrašnjim izgaranjem
- NASA** National Aeronautics and Space Administration
- TE** Termoelektrana
- V** Volt je mjerna jedinica za električku razliku potencijala. Broj volti je mjera jakosti električnog izvora u smislu koliko je snage potrebno proizvesti za željenu jakost struje
- ZEV** Zero Emission Vehicle, vozila s iznimno niskom stopom zagađenja okoliša



## Sadržaj:

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Uvod .....                                     | 1  |
| 1.1.   | Predmet istraživanja .....                     | 1  |
| 1.2.   | Svrha i cilj istraživanja .....                | 2  |
| 1.3.   | Metode istraživanja .....                      | 2  |
| 1.4.   | Struktura rada .....                           | 2  |
| 1.5.   | Istraživačka hipoteza .....                    | 3  |
| 2.     | Povijest električnog vozila .....              | 4  |
| 2.1.   | Nastanak električnih vozila .....              | 5  |
| 2.2.   | Električna vozila danas .....                  | 10 |
| 2.3.   | Električna vozila u Hrvatskoj .....            | 12 |
| 2.3.   | Rimac automobili .....                         | 13 |
| 3.     | Razvoj električnih automobila .....            | 15 |
| 3.1.   | Što je električno vozilo? .....                | 16 |
| 3.1.1. | Ovisna električna vozila .....                 | 16 |
| 3.1.2. | Neovisna električna vozila .....               | 17 |
| 3.2.   | Princip rada električnog automobila .....      | 17 |
| 3.3.   | Elementi električnih automobila .....          | 19 |
| 3.3.1. | Elektromotor .....                             | 20 |
| 3.3.2. | Kontroler .....                                | 22 |
| 3.3.3. | Akumulatorska baterija .....                   | 23 |
| 3.3.4. | Monitor nadzornog i upravljačkog sustava ..... | 25 |
| 3.3.5. | Punjač akumulatorskih baterija .....           | 26 |
| 3.3.6. | Diferencijal .....                             | 27 |
| 3.3.7. | Grijanje putničkog prostora .....              | 28 |
| 3.4.   | Vrste električnih vozila .....                 | 29 |
| 3.4.1. | Hibridna električna vozila .....               | 29 |

|  |    |
|--|----|
| 3.4.2. Plug-in električna vozila .....                                   | 30 |
| 3.4.3. Električna vozila s produljenim dometom.....                      | 31 |
| 3.4.4. Električna vozila s akumulatorskom baterijom .....                | 32 |
| 4. Uporaba obnovljivih izvora energije na električnim automobilima ..... | 33 |
| 4.1. Autoplin .....  | 33 |
| 4.2. Biodizel .....  | 34 |
| 4.3. Vodik .....   | 35 |
| 4.4. Tekući dušik .....  | 36 |
| 4.5. Amonijak.....   | 37 |
| 4.6. Etanol.....   | 37 |
| 4.7. Sunčevo vozilo .....  | 38 |
| 4.8. Dimetil eter .....  | 39 |
| 5. Razvoj novih sastavnica električnih automobila .....                  | 41 |
| 5.1. Dizajn.....   | 41 |
| 5.2. Mreža za punjenje električnih vozila .....                          | 43 |
| 6. Utjecaj i doprinos električnih automobila zaštiti okoliša .....       | 44 |
| 7. Primjena i utjecaj u budućnosti.....                                  | 51 |
| 7.1. Kapacitet baterija u budućnosti .....                               | 52 |
| 7.2. Cijena baterija u budućnosti.....                                   | 54 |
| 7.3. Životni vijek baterija za električna vozila u budućnosti .....      | 55 |
| 7.4. Porast prodaje električnih vozila u budućnosti .....                | 55 |
| 8. Primjena električnog vozila u konceptu „Smart city“ .....             | 57 |
| 8.1. Smart City koncept .....  | 57 |
| 8.2. „Car sharing“ model .....   | 59 |
| 8.2.1. Funkcioniranje car sharing modela u svijetu .....                 | 60 |
| 8.2.2. Car sharing u Hrvatskoj.....                                      | 61 |
| 9. Anketa .....  | 63 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 9.1. Predmet i cilj istraživanja..... | 63 |
| 9.2. Hipoteze istraživanja .....      | 63 |
| 9.3. Karakteristike uzorka.....       | 64 |
| 9.4. Rezultati istraživanja .....     | 64 |
| 9. Zaključak .....                    | 83 |

# 1. Uvod

Električno vozilo pokreće se elektromotorom, koristeći električnu energiju pohranjenu u akumulatoru ili nekim drugim uređajima za pohranu energije. Kroz bogatu povijest, razvoj električnog vozila bio je vrlo popularan između kasnih 1800-tih i ranih 1900-tih. Unatoč tome što su se prvi električni automobili pojavili još početkom prošlog stoljeća, napredak u njihovom razvoju zasjenjen je masovnom proizvodnjom i uporabom jeftinijeg vozila na benzin odnosno vozila s unutarnjim izgaranjem i ponajviše zbog naftnog lobija i onemogućivanja razvoja odgovarajućih baterija.

Ponovno se javlja ogroman interes za električnim vozilima, a tome su pogodovale energetske krize 1970 i 80-ih, kao i zabrinutost oko ubrzanog povećanja cijena nafte i potrebe za smanjenjem emisije stakleničkih plinova, a ujedno i zbog ogromnog napretka u samom razvoju i konstrukciji novih dijelova, dizajnu vozila i poboljšanoj učinkovitosti baterija. Mnoge su prednosti električnih vozila u odnosu na klasične sa unutrašnjim izgaranjem: nema emisije stakleničkih plinova, manja ovisnost o fosilnim gorivima, veća učinkovitost motora, manja razina buke i slično.

Unatoč tome, za daljnji razvoj i globalnu primjenu električnih automobila potrebno je riješiti još nekoliko značajnih prepreka od koji je najveća ograničen kapacitet baterija i ugradnja obnovljivih izvora energije. Napredak u razvoju baterija, energetske učinkovitosti, materijala za izradu vozila, sam dizajn i bolja aerodinamičnost sigurno dovode električna vozila u svakodnevnu primjenu, a samo je pitanje vremena kada će električna vozila u potpunosti biti konkurentna klasičnim vozilima sa unutarnjim izgaranjem. Kako bi se olakšalo praćenje ovog diplomskog rada, uvod je podijeljen na nekoliko tematskih jedinica, a to su: predmet istraživanja, cilj i svrha istraživanja, metoda istraživanja, te struktura rada.

## 1.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja ovog diplomskog rada odnosi se na električni automobil, te primjenu i utjecaj električnog automobila u urbanim sredinama. Električni automobili vrlo su bitna tema sadašnjice, te se njihovim razvojem pokušava pomoći svijetu kako bi se smanjilo zagađenje okoliša i stvorilo bolje sutra. Upravo zato ova tema je toliko bitna, te je važna za cijeli prometni sektor, pa tako i održivi razvoj svijeta općenito.

## **1.2. Svaha i cilj istraživanja**

Svrha i cilj rada je prije svega upoznati se sa samim pojmom „električni automobil“. U radu se želi saznati koje su prednosti i nedostaci električnog automobila. Također, pokušava se saznati kada i na koji način su se električna vozila pojavila u Hrvatskoj i kako su ona prihvaćena kao svakodnevno prijevozno sredstvo. Zatim će se analizirati i usporediti električna vozila sa konvencionalnim vozilima te utvrditi način razmišljanja u budućnosti u vezi primjene električnih automobila.

## **1.3. Metode istraživanja**

Za izradu ovog rada korištene su klasične metode istraživanja koje se odnose na proučavanje i prikupljanje informacija iz literature. Literatura se odnosi na knjige, stručne radove, internetski izvori, te na druge informacije u svezi s temom rada. Osim literature za potrebe istraživanja bila je napravljena anketa, te se na temelju podataka ankete napravljeno je istraživanje što ljudi misle o električnim automobilima i njihovom utjecaju. Neke od metoda korištenih za izradu ovog rada su: komparativna metoda, metoda analize i sinteze, te metoda generalizacije. U empirijskom dijelu rada koristi se metoda dokazivanja, kako bi se utvrdila točnost pretpostavki definiranih postavljenim sintezama.

## **1.4. Struktura rada**

Diplomski rad podijeljen je na devet cjelina, odnosno poglavlja. Kako slijedi, rad započinje Uvodom. U Uvodu se daju osnovne informacije o samoj temi, o metodama istraživanja, načinom kako su prikupljeni podaci koji su se koristili tokom izrade ovog diplomskog rada. Drugo poglavlje obuhvaća Povijest električnog vozila, te podatke o nastanku električnih vozila. Treće poglavlje nosi naslov Razvoj električnih automobila, a četvrto poglavlje nosi naslov Uporaba obnovljivih izvora energije na električnim automobilima.

Peto poglavlje opisuje Razvoj novih sastavnica električnih automobila. Šesto poglavlje bazirano je na Utjecaj i doprinos električnih automobila zaštiti okoliša. Sedmo poglavlje obuhvaća informacije o primjeni i utjecaju električnih automobila u budućnosti. Zatim slijedi osmo poglavlje koje se odnosi na primjenu električnih automobila u konceptu „Smart city“. U devetom poglavlju prikazani su i obrađeni podaci provedene ankete, koja se koristila u svrhu pisanja ovog rada te slijedi Zaključak rada.

## **1.5. Istraživačka hipoteza**

U ovom diplomskom radu ispitati će se dvije hipoteze. Hipoteze koje će se testirati ovim istraživanjem su sljedeće:

**H1:** električni automobili su trenutno iznimno skupi na tržištu.

Ova hipoteza pokušati će se dokazati tako što će se analizirati rezultatu istraživanja, provedeni putem anketa.

**H2:** električni automobili su nesigurni.

Ova hipoteza pokušati će se dokazati tako što će se analizirati rezultatu istraživanja, provedeni putem anketa.

## 2. Povijest električnog vozila

Iako djeluje kao da su električna vozila tek nedavno stekla popularnost, njihov početak datira iz prve polovice 19. stoljeća. Prvi modeli električnog vozila se pojavljuju već dvadesetih godina 19. stoljeća. Tako je već 1828. godine Mađar Ányos Jedlik napravio minijaturni model električnog automobila koji je bio pokretan električnim motorom kojeg je on izumio. Nekoliko godina kasnije, oko 1835. stvoren je model električnog automobila u Nizozemskoj, kojega su napravili Stratingh i Becker, te u SAD-u gdje ga je izradio Thomas Davenport, stvaratelj prvog istosmjernog motora u SAD-u. Ubrzo nakon spomenutih modela, sljedeća značajnija dostignuća u razvoju električnih vozila dogodila su se u Škotskoj – kemičar Robert Davidson izradio je prvu električnu lokomotivu 1837. godine, a u tom razdoblju, Robert Anderson je izradio prvu električnu kočiju. (Stojkov et al, 2014)

Iako u to doba nisu postojale punjive baterije, Andersonova električna kočija je bitan izum jer se može smatrati jednim od prvih električnih automobila u povijesti te je poslužila kao inspiracija za automobile u budućnosti. Obzirom na nemogućnost punjenja baterije, ta kočija je ostala na razini koncepta i nije stekla veću popularnost niti komercijalnu primjenu.



Slika 2.1. Električni automobil, Ferdinand Porsche

Izvor: Auto novosti, URL: <https://autonovosti.com/ferdinand-porsche-1875-1951/>,  
(pristupljeno 15.07.2021.)

Slika 2.1. prikazuje Električni automobil kojega je proizveo Ferdinand Porsche. Ferdinand je bio češko-njemački inženjer i osnivač Porsche organizacije.

## 2.1. Nastanak električnih vozila

Otkrićem i razvojem punjivih baterija došlo je do samog napretka električnih vozila. Za otkriće olovno – kiselinske baterije je zaslužan Gaston Planté 1859. godine, a njegovo otkriće je unaprijedio Camille Faure 1881. godine tako što je poboljšao kapacitet baterije dodavši na olovne ploče mješavinu olovo – sulfata. U to doba su Engleska i Francuska predvodile u razvoju električnih vozila, dok se SAD priključio tek pri samom kraju 19. stoljeća. Tako je Francuz Gustav Trouvé iskoristio nedavno otkriće punjive baterije za svoj tricikl pokretan istosmjernim motorom kojega je predstavio na izložbi u Parizu 1881. godine. Nekoliko godina kasnije, Thomas Parker je u Engleskoj predstavio svoje električno vozilo.(Machine learning assisted materials design and discovery for rechargeable batteries, URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405829720302567>, pristupljeno 30.07.2021.)

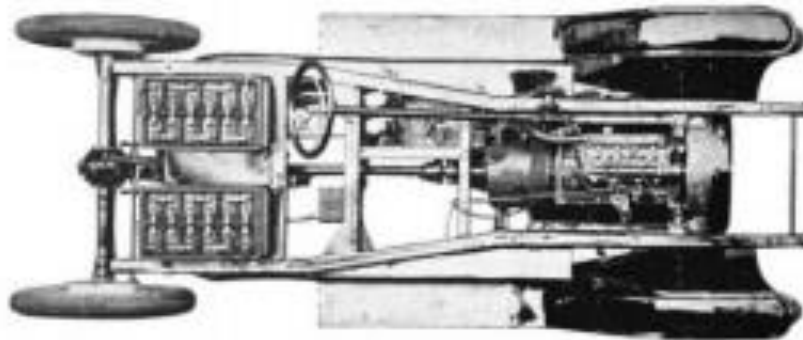
Također u Engleskoj nekoliko godina kasnije, bio je predstavljen prvi tamošnji električni tramvaj, Blackpool Tramway 1885. godine. Prvi električni automobili u SAD-u bili su električni tricikli Andrew Rikera 1890. godine koji su mogli postizati brzine do 13 km/h, a domet im je bio ispod 50 km. Uz Rikerove tricikle, pionir u Americi po pitanju električnih automobila je bio i William Morrison koji je između 1890. i 1892. izradio električnu kočiju sa šest putničkih mjesta te je mogao postizati brzine iznad 20 km/h. Baterija Morrisonovog vozila se sastojala od 24 ćelije, a za napuniti bateriju je trebalo oko 10 sati. Baterija je imala izlazni napon od 58 V te izlaznu struju 112 A. Morrison je vozilo prodao Haroldu Sturgesu iz tvrtke American Battery Company što je prva službena prodaja američkog električnog vozila. Sturges je 1895. počeo s proizvodnjom električne kočije temeljene na Morrisonovom modelu, a razlika je to što je izbacio jedan red sjedala ne bi li mogao smjestiti veću bateriju.(Dasović,A.,2015 Povijest električnih automobila. Diplomski rad. Karlovac,Veleučilište u Karlovcu,Strojarstvo.)

Sturges se ovim vozilom priključio i u prvu automobilsku utrku u SAD-u koja je bila održana u Chicagu 1895. godine. Utrka je održana od Chicaga do Evanstona te natrag s ukupnom duljinom oko 88 km. Vremenski uvjeti na utrci su bili loši, ceste su bile blatnjave i prekrivene snijegom i u takvim uvjetima baterija Sturgesovog vozila se ispraznila nakon manje od 20 km zbog čega nije dovršio utrku. Sturgesovo vozilo nije bilo jedino električno



vozilo na toj utrci. Henry Morris i Pedro Salom su također među prvim stvaraocima električnog automobila u SAD-u te je njihovo vozilo naziva Electrobat sudjelovalo u čikaškoj utrci. Kao i Sturgesovo vozilo, ni Electrobat nije uspio završiti utrku zbog loših vremenskih uvjeta. (History, CARB, URL: <https://ww2.arb.ca.gov/about/history>, pristupljeno 25.07.2021.)

U doba utrke u Chicagu, Francuz Charles Jeantaud je bio među poznatijim proizvođačima električnih vozila u Parizu, s prvim uspješnim vozilom 1894. godine. To vozilo se može okarakterizirati kao električna kočija s dva putnička mjesta koja je postizala brzinu do 21 km/h. Jeantaud je pokrenuo i taxi servis sa svojim električnim vozilima. Isto kao i u Chicagu i u Francuskoj su se održavale automobilske utrke u to vrijeme, a iz njih je proizašlo rivalstvo između Jeantauda i Belgijca Camillea Jenatzya koje je važno jer je dovelo do nekih od najvećih tehnoloških dostignuća po pitanju električnih automobila toga doba. Nadmetanje je započelo s prvom održanom utrkom koja je za cilj imala postaviti brzinski rekord. Utrka se izvodila u Francuskoj 1898. godine na ravnoj stazi dugoj 2 km. (Shaikh, D. 2018. Električni automobili, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet) pristupljeno 20.07.2021.



Slika 2.2. Hibridno vozilo

Izvor: 24sata, URL: <https://www.24sata.hr/tech/auto-koji-je-promijenio-svijet-mogao-se-kupiti-samo-u-crnoj-493293>, (pristupljeno 15.07.2021.)

U vozilu koje je proizveo Jeantaud je nastupio Francuz Gaston de Chasseloup – Laubat te je postavio prvi brzinski rekord od 63,2 km/h. Jenatzy nije sudjelovao na toj utrci, zbog čega je izazvao Jentauda i njegovog vozača Chasseloup – Laubata na novu utrku. Ta utrka se održala 1899. godine te je Jenatzy postigao brzinu od 66,7 km/h, a Chasseloup – Laubat je u

Jeantaudovu vozilu postavio novi brzinski rekord koji je sada iznosio 70,3 km/h. Kroz 1899. godinu se održao još niz natjecanja između spomenute dvojice u pokušaju postavljanja novih brzinskih rekorda, a njihova posljednja utrka te godine je dovela do toga da je Jenatzy postao prvi čovjek koji je postigao brzinu iznad 100 km/h. Tako je prvo vozilo koje je postiglo brzinu preko 100 km/h bilo upravo Jenatzyjevo električno vozilo s brzinom od 105 km/h. (Dasović,A.,2015.,Povijest električnih automobila. Diplomski rad. Veleučilište u Karlovcu,Strojarstvo.)

Osim ovog važnog tehnološkog dostignuća, treba spomenuti još jedno – regenerativno kočenje koje se koristi i u današnjim električnim automobilima. Prvi put se koristi u električnom automobilu Francuza Darracqa kojega je predstavio na izložbi u Parizu 1897. godine. Kod regenerativnog kočenja dolazi do pretvorbe kinetičke energije vozila u električnu energiju i na taj način svakim kočenjem se pomalo puni bateriju vozila.

Ovdje možemo spomenuti i razvoj hibridnih električnih vozila, odnosno onih koji koriste motor s unutarnjim izgaranjem uz električni motor. Suprotno od današnjice, primarna namjena hibridnih vozila nije bila smanjiti potrošnju goriva, već se htjelo unaprijediti performanse vozila s motorom s unutarnjim izgaranjem jer su u početku zaostajala za električnim automobilima po tom pitanju. Prva pojava hibridnih vozila se dogodila na izložbi u Parizu 1899. godine i to su bila vozila koja su izgradila braća Pieper u Belgiji. Vozilo je sadržavalo MsUI uz koji je bio i električni motor.(Sadašnjost i budućnost, URL: <https://dani-osiguranja.huo.hr/wp-content/uploads/2021/03/Spudic000000000023428.pdf>,pristupljeno 25.07.2021.)



Slika 2.3. Akumulatorska baterija

Izvor: Grace's Guide to British Industrial History, URL <https://www.gracesguide.co.uk/Exide>, (pristupljeno 15.07.2021.)

Baterije su bile olovno – kiselinske. Pieper je 1905. podnio zahtjev za priznanje patenta kojim je postavio temelje hibridnih vozila kakva postoje i danas. U patentu je izrazio zamisao da se vozilo sastoji od motora s unutarnjim izgaranjem te električnog motora. Predložio je više načina rada – od toga da električni motor posluži kao starter za motor s unutarnjim izgaranjem pri paljenju automobila do toga da električni motor služi kao generator i puni bateriju u slučaju da motor proizvodi više snage no što je potrebno. Kada je potrebna dodatna snaga, koju motor s unutarnjim izgaranjem ne može isporučiti sam, aktivira se i električni motor. Među prvim stvaraocima hibridnog vozila bio je i Ferdinand Porsche, koji je svoje prvo hibridno vozilo Lohner – Porsche predstavio na izložbi u Parizu 1900. godine. Njegov automobil je bio poseban i po tome što je zaobišao prijenos između motora i kotača povezavši dva električna motora izravno na kotače. (History, CARB, URL: <https://ww2.arb.ca.gov/about/history>, pristupljeno 25.07.2021.)

Iz prethodnog možemo uočiti kako je tehnologija električnih vozila brzo napredovala pa su tako električni automobili ubrzo nakon njihovog predstavljanja postali komercijalno dostupni. Njihova popularnost je bila velika, pogotovo u doba između 1890. i 1910. godine. Električni automobili su bili tiši, ugodniji za vožnju i manje su zagađivali od automobila koji su koristili motor s unutarnjim izgaranjem, a vidjeli smo također da su bili dominantni i po pitanju performansi, odnosno brzine. Još jedna prednost električnih vozila u odnosu na

konkurenciju je bila ta da nije bilo potrebno mijenjati brzine, što znači da nije bilo spojke i automobil je bilo jednostavnije voziti.(Shaikh,D. 2018. Električni automobili, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, pristupljeno 20.07.2021.)

Možda najveća prednost za vozače električnih automobila u odnosu na automobile s motorom s unutarnjim izgaranjem u to doba je bilo to što nisu zahtijevali ručno pokretanje motora. Naime, motori s unutarnjim izgaranjem su zahtijevali ručno pokretanje, najčešće tako da vozač vrti ručicu, prije nego je došlo do izuma pokretača motora (startera). Uz navedene su još postojali i automobili na parni pogon koji su bili nepraktični, pogotovo na hladne dane. Zbog svega toga, došlo je do velikog broja prodanih električnih automobila u svrhu osobnih ili komercijalnih potreba. Krajem 19. stoljeća električna vozila su doživjela vrhunac popularnosti u SAD-u. 1900. godine je ondje bilo 4192 registriranih vozila, a od toga je bilo 1681 vozilo na parni pogon, 936 vozila na fosilna goriva te 1575 električnih vozila. Dakle, gotovo 40% vozila su bila električna, s time da je u većim gradovima poput New Yorka, Bostona i Chicaga bilo dvostruko više električnih vozila od onih koja koriste fosilna goriva.(Machine learning assisted materials design and discovery for rechargeable batteries, URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405829720302567>, pristupljeno 30.07.2021.)

Tako je prvi automobil koji se prodao u preko 1000 primjeraka električni automobil Columbia i to 1900. godine. Osim ovih podataka, o popularnosti električnih automobila u to doba govori i činjenica da su se njima koristili španjolska kraljica koja je vozila električnu kočiju britanske kompanije Thrupp & Maberley te britanska kraljica Alexandra, supruga kralja Edvarda 7., koja je koristila vozilo kompanije City and Suburban Electric Carriage Company

U prvoj komercijalnoj primjeni, električna vozila su služila kao taksiji. Među prvim proizvođačima električnih taksija u Londonu bio je W.H.Preece koji je 1897. ondje započeo taksi servis. Preeceov električni taksi nije bio bez konkurencije; te iste godine je i W.C. Bersey 6 pokrenuo taksi servis, no česti kvarovi povezani s lošim dizajnom njegovih vozila su doveli do zatvaranja tog servisa. Nakon Berseyevog podbačaja, londonska tvrtka „British Electromobile Company“ je sa 20 taksija vozila naziva Electromobile pokrenula svoj taksi servis koji je bio aktivan na području Londona između 1908. i 1920. godine. Morris i Salom su osnovali tvrtku „Electric Carriage and Wagon Company“ koja je među prvima u SAD-u proizvodila električna vozila za komercijalnu upotrebu. Tako se njihov već ranije spomenuti

Electrobat prodavao kao taksi vozilo u New Yorku i Philadelphiji između 1896. i 1898. godine. Iako je Electrobat imao više no dvostruko veću početnu cijenu od kočija s konjem, pokazalo se profitabilnijim. Stojkov et al (2014).

Mogao se koristiti u tri smjene po četiri sata, a između smjena je bilo potrebno punjenje od 90 minuta. Osim na području SAD-a, Morrisov i Salomov električni taksi se počeo prodavati i u Londonu te Parizu. Nakon početnog uspjeha, Morris i Salom su 1897. prodali tvrtku Isaacu Riceu koji je servis proširio na 200 električnih taksi vozila, a tvrtku preimenovao u „Electric Vehicle Company“. Electric Vehicle Company je do 1900. godine postala jedna od najvećih automobilskih kompanija toga doba kupivši do tada Riker Electric Vehicle Company, tvrtku ranije spomenutog Andrewa Rikera, te Pope Manufacturing Company, tvrtku Alberta Popea. Osim električnih taksija, u doba između 1895. i 1920. proizvodila su se električna vozila za svrhu dostavnih te specijaliziranih vozila – npr. vatrogasna kola. Tako su za vrijeme Prvog svjetskog rata električna vozila, među ostalim, bila korištena kao smetlarska kola u SAD-u i diljem Europe, a u Engleskoj se proizvodnja električnih kamiona povećala sa 150 na 1000 tokom rata. Drugi svjetski rat je polučio veći broj električnih vozila za komercijalne svrhe u Europi, budući da se gorivo čuvalo za ratne potrebe. Tako su se u Velikoj Britaniji počela koristiti električna vozila i za dostavu mlijeka i kruha. (Shaikh,D. 2018. Električni automobili, University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet),pristupljeno 20.07.2021.

Sve šira primjena je do 1949. dovela do brojke od gotovo 20 000 električnih kamiona u Velikoj Britaniji. Njemačka je također tokom rata koristila električna vozila za potrebe raznih servisa, npr. dostava pošte i slično, što je dovelo do preko 27 000 električnih vozila već do 1940. godine. Za razliku od električnih automobila korištenih za osobne svrhe, ali i za svrhe taksi servisa koji su gotovo posve nestali nakon 1920. godine, električni kamioni su se nastavili koristiti.

## **2.2. Električna vozila danas**

Električna vozila imaju nekoliko mogućih prednosti u odnosu na konvencionalna vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem, koje uključuju značajnu razliku između cijene električne energije u odnosu s cijenom naftnih derivata, smanjenje onečišćenja zraka u gradovima, jer oni ne ispuštaju onečišćenja tijekom rada, smanjene emisije stakleničkih plinova, ovisno o gorivu i tehnologiji koja se koristi za proizvodnju električne energije za punjenje akumulatora,

manju ovisnost o nafti. Također smanjenje buke koja potiče iz prometa, kroz gotovo nečujan rad električnih vozila. (Kekez, A., 2021. Električni automobili, Veleučilište u Šibeniku).



Slika 2.4. Električni automobil, Tesla

Izvor: Bug, URL: <https://www.bug.hr/automobili/tesla-je-od-danas-sluzbeno-u-hrvatskoj-17311>, (pristupljeno 15.07.2021.)

Danas je električni automobil ponovo postao vrlo zanimljiv jer je suvremeni održivi razvoj utemeljen na ekologiji i štednji energije. Visoke cijene goriva i loše nastala klima, dovelo je do povećanja svijesti potrošača, pa je tako električno vozilo opet pronašlo svoje mjesto s ciljem za daljnje razvijanje i uporabu.

To je svakako potaklo na intenzivnije istraživanje za punjenje i raspon napunjenosti akumulatorskih baterija. Jedno od misli za budućnost okoliša i sprječavanje ugljičnog dioksida, dušikovog oksida i štetnih čestica, kao i na nedostatak resursa, okreće razvoj vozila prema alternativnim načinima razvoja na prirodnim temeljima. Energija za potrebe transporta iznosi 40-60% ukupne potrošnje fosilnih goriva. Električna vozila trebaju električnu energiju za pogon koja se dobiva iz elektrana. Tijekom noći elektroopskrbne tvrtke imaju problem s plasiranjem električne energije zbog njihovog načina rada. Također, električna energija koja se dobiva iz TE (fosilna goriva) ima značajno bolji stupanj korisnog djelovanja nego je to slučaj u motorima s unutrašnjim izgaranjem (MsUI). (Birin I., 2017, Primjena električnih vozila u gradskom prometu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti)

To ukazuje na mogućnost dobre sinergije između elektroopskrbnih tvrtki i potreba za električnom energijom za električna vozila, poglavito ako bi se punjenje obavljalo većinom u noćnom vremenu (jeftinija noćna tarifa obračuna električne energije). Do sada ipak elektroopskrbne tvrtke nisu prepoznale ovu zanimljivu poslovnu mogućnost. U današnje vrijeme električna vozila su po radijusu kretanja i cijeni po km idealna za gradske potrebe kao što su gradska vožnja i slično.

Danas gotovo svi proizvođači automobila imaju rade na razvoju električnih vozila (npr. GM EV1, Ford Ranger EV, Ford e-Ka, Honda EV+, Toyota e-Com, Tesla Model S, BMW i3, VW Golf electric i drugi). Također, u današnje vrijeme u razvoju električnih automobila pridružuju se nove tvrtke poput Siemens i drugih koji rade na razvoju nekih od komponenti ili dijelova električnog vozila. Stojkov et al (2014).

Početak 1990-ih, nakon osviještenosti, SAD, Europa i ostale zemlje svijeta traže ekološki prihvatljive automobile, s ciljem smanjenja emisija ispušnih plinova i povećanom i potpomognutom proizvodnjom ZEV automobila (Zero Emission Vehicle). Tako se sve veće zemlje svijeta u cilju imale da se postigne broj automobila (0% emisija ispušnih plinova) od 10% od ukupnog broja automobila. Na to su proizvođači automobila reagirali razvijanjem i plasiranjem električnih automobila na tržište. Godine 1996 General Motors izbacuje na tržište EV1 električni sportski automobil sa autonomijom od 120 km koji je postizao brzine do 130 km/h. (History, CARB, URL: <https://ww2.arb.ca.gov/about/history>, pristupljeno 25.07.2021.)

Određeni ekološki zakoni predstavljali su velike muke automobilske industriji na što se oni žale. Tako su svjetske administracije donijele nove ekološke zakone u korist etanola i bio dizela. Kasnije 2000-ih donesene su nove promjene zakonodavstva te si usmjerene na razvoj energetske učinkovitosti. Tijekom cijelog 20. stoljeća, električni automobili su u potpunosti zasjenjeni vozilima s pogonskim motorom s unutarnjim izgaranjem, no od početka 2000-ih ponovo raste veliki interes za energetske učinkovitija električnih vozila i na tom području su do danas napravljeni veliki koraci u tehnologiji izrade akumulatorskih baterija, elektronici i ostalim bitnim čimbenicima. (Kekez, A., 2021. Električni automobili, Veleučilište u Šibeniku).

Električna vozila rade vrlo tiho i nemaju direktnu emisiju štetnih plinova na mjestu. Sve veći naglasak stoji na ekološkoj osviještenosti, ali i zbog osviještenosti da su naftne rezerve prema sadašnjim saznanjima ograničene, ponovo se stavlja električni automobili u fokus mogućih tehničkih rješenja u prometu, pa se nakon konceptnih automobila javljaju i prvi modeli u serijskoj proizvodnji (sportski model Tesla Roadster američke tvrtke Tesla motors proizvodi se od 2008.)

### **2.3. Električna vozila u Hrvatskoj**

Električna vozila u Hrvatskoj uglavnom se primjenjuju u gradskom javnom te željezničkom prometu. Tramvaji pogonjeni istosmjernom strujom napona 660 V prometovali

su u Rijeci od 1899., Zagrebu od 1910., a u Osijeku od 1926. Razvoj infrastrukture i elektrifikacija željeznice u Hrvatskoj započela je instaliranjem istosmjernoga sustava napona 3 kV na pruzi Rijeka–Šapjane na hrvatsko-slovenskoj granici, a tim je sustavom elektrificirana i pruga Rijeka–Ogulin.(Hrvatska enciklopedija,URL: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=67917>; pristupljeno 30.07.2021.)

Ostale elektrificirane hrvatske pruge imaju izmjenični napon 25 kV i frekvenciju 50 Hz. Od ukupno 2700 km pruga u Hrvatskoj (u 2000. god.) elektrificirano je 915 km. Proizvodnja elektrovočnih sredstava (tramvaji, dizelsko-električne diodne i tiristorske lokomotive) ima u Hrvatskoj dugu tradiciju, a okosnicu proizvodnje čine tvrtke „Končar— iz Zagreba, „Đuro Đaković— iz Slavenskoga Broda i „TTV Gredelj— iz Zagreba. Posebno se ističe razvoj i izradba dizelsko-električnoga motornog vlaka (1962), koji je bio jedan od prvih primjera suvremenoga motornog vlaka, tiristorske lokomotive (1981), tada jedne od najmodernijih u svijetu, te najnovijega niskopodnoga tramvaja TMK 2200 (2005).

U posljednje su se doba hrvatski inovatori i poduzetnici uključili u razvoj električnih automobila, pa su tako 2011. predstavljena dva konceptna modela tih vozila, gradski automobil (DOK-ING XD) istoimene tvrtke iz Zagreba te sportski automobil Concept One tvrtke Rimac automobili iz Svete Nedelje.(Poslovni dnevnik,URL: <https://www.poslovni.hr/hrvatska/dok-ing-lansira-novi-e-auto-paralelno-s-poticajima-266111>. Pristupljeno 25.07.2021.)

### **2.3. Rimac automobili**

Jedan od bitnih proizvođača električnih automobila u Republici Hrvatskoj je tvrtka Rimac Automobili. Rimac automobili su jedna od najprofitabilnijih i najpoznatijih tvrtka u Hrvatskoj i svijetu. Osnivač tvrtke je mladi poduzetnik Mate Rimac, koji proizvodi iznimno kvalitetne prestižne automobile. Mate Rimac je u dosta kratkom periodu stvorio tvrtku poznatu na globalnoj razini, te je on jedan od najambicioznijih poduzetnika u Republici Hrvatskoj. Rimac automobili se bave projektiranjem, dizajniranjem, i izradom najnaprednijih industrijskih tehnologija. Rimac automobili razvijaju i proizvode električne automobile koji definiraju suvremenu sadašnjicu, te osporavaju konvenciju i razvijaju tehnologiju do ruba mogućnosti.

Mate Rimac je u počecima svoje karijere pretvorio je svoj stari BMW E30 u trkaće električko vozilo. Prvi primjerak modela Concept\_One isporučen je u siječnju 2013. godine



španjolskom kupcu, tvrtki Applus+ IDIADA. Automobil je dovršen u četiri mjeseca, a cijena je nepoznata. (Bogatom kupcu isporučen je prvi hrvatski super automobil, URL: <https://www.tportal.hr/lifestyle/clanak/bogatom-kupcu-istorucen-prvi-hrvatski-superautomobil-20130129>, pristupljeno: 15.09.2021.)

Rimac Automobili osnovani su 2009. godine iz ljubavi prema automobilskoj industriji i s vizijom stvaranja automobila visokih performansi. Danas su Rimac Automobili snažna tehnološka snaga, sa 850 zaposlenika usmjerenih na projektiranje, inženjering i proizvodnju električnih hiperautomobila i komponenti visokih performansi za globalnu automobilsku industriju. Rimac Automobili su usredotočeni na tehnologije visokih performansi za primjenu u automobilskoj industriji. (Rimac About us: URL:<https://www.rimac-automobili.com/about-us/>, pristupljeno: 15.09.2021.)

Rimac Automobili ima nekoliko modela električnih vozila, te je najnoviji model druge generacije hiperautomobila zvan Nevera. Vozilo Nevera predstavljeno je u isto vrijeme kao i objava Rimca da je otkupio, odnosno preuzeo dio vlasništva tvrtke Bugatti.

Cijena automobila Nevera je dva milijuna eura, te će biti homologiran za cijeli svijet, a prve isporuke krenule su ove godine. Kako je automobil dobio ime, jasno je iz prve asocijacije na oluju na otvorenom moru. Automobil je rezultat četiri godine razvoja modela Rimac C\_Two.

Četiri elektromotora ovog automobila su ukupne snage 1914 KS i okretnog momenta 2360 Nm. Najveća moguća brzina je 412 km/h, ubrzanje od 0-100 km/h za manje od dvije sekunde. Proizvodnja je ograničena na 150 komada. Nevera je najsnažniji i najbrže ubrzavajući homologirani auto u proizvodnji. "Nikada u povijesti nije postojao automobil poput Rimac Nevere, potpuno električnog hiperautomobila sljedeće generacije koji otvara nove dimenzije u cestovnim performansama. Sa 1914 konjskih snaga iz četiri elektromotora, Nevera može ubrzati do 100 km/h za 1,85 sekundi, a do 100 milja na sat za samo 4,3 sekunde. Zapanjujuće ubrzavanje zadržava tijekom cijelog ciklusa punog gasa i dostiže 300 km/h od starta za 9,3 sekundi", objavili su iz tvrtke u dugom priopćenju. "Težak manje od 200 kg, sastavljen od 2200 komada karbonskih vlakana i 222 aluminijska umetka, monokok štiti bateriju automobila formirajući kompaktnu, ali nevjerojatno čvrstu strukturu s torzijskom krutošću od 70.000 Nm/stupnju." (Rimac automobili. URL: <https://www.rtl.hr/vijesti-hr/novosti/hrvatska/4044758/rimac-automobili-ime-novog-automobila-je-nevera-a-412-km-cak-je-medju-manje-fascinantnim-deteljima-ove-munje-na-cesti/>, pristupljeno: 15.09.2021.)

Tvrtka za električne automobile Rimac preuzela je kontrolu na Volkswagenovom markom automobila Bugatti u sklopu zajedničkog ulaganja s Porscheom. Bugatti i Rimac dijelit će resurse i stručne kadrove, ali će ostati zasebni brendovi s vlastitim postavkama proizvodnje i distribucije kao dio nove tvrtke koja će se zvati Bugatti Rimac. Jednom kada zajedničko ulaganje krene, što bi se trebalo dogoditi kasnije ove godine, Bugatti će moći iskoristiti Rimac-ov EV knowhow u proizvodnji električnih vozila. S druge strane, Rimac može iskoristiti znanje i iskustvo Bugattija. Rimac će biti vlasnik 55 % posto Bugatti Rimac tvrtke, a Porsche će držati ostalih 45%. Porsche direktno posjeduje 24% tvrtke Rimac od ožujka, nakon početnog ulaganja za 10% udjela u 2018. godini. U međuvremenu, Rimac grupa je stvorila novu tvrtku, Rimac Technology, koja se bavi “razvojem, proizvodnjom i opskrbom baterijskih sustava, pogonom i ostalim EV komponentama”; prenio je portal Engadget. Sjedište Bugatti Rimac bit će u Zagrebu, gdje se nalazi sjedište tvrtke Rimac. Rimac Campus od 200 milijun eura trebao bi se otvoriti 2023. godine, a predstavljat će središte za istraživanje i razvoj hiper automobila Rimac i Bugatti. (Rimac preuzeo Bugatti, URL: <https://geek.hr/clanak/rimac-preuzeo-bugatti/#ixzz77DeIqsGb>, pristupljeno: 15.09.2021.)

Rimac automobili imaju razni portfolio klijenata i partnera. Neki od njih su: Aston Martin, Porche, Hyundai, AMG, Ferrari, Mercedes, Jaguar, Renault, Magna, te Cupra. (Rimac technology, URL: <https://www.rimac-automobili.com/technology/pristupljeno: 15.09.2021.>)

### **3. Razvoj električnih automobila**

Električno vozilo je vozilo pokretano elektromotorom. Elektromotorni pogon takvih vozila naziva se i električnom vučom, pa se ponekad ta vozila nazivaju i elektrovučnim vozilima. Električna vozila uglavnom ne ispuštaju ispušne plinove ako se neradi o hibridnim vozilima, 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 vezanim uz dobavu električne energije i problem kapaciteta akumulatorskih baterija, ta su vozila široku primjenu zasad našla u javnom prometu (željeznica, tramvaj i dr.) te za slučajeve autonomnoga teretnoga i osobnoga prijevoza (za prijevoz manjih tereta unutar tvorničkih pogona, skladišta i sl., elektrotaksiji i druga laka električna vozila za prijevoz osoba i tereta, a za prijevoz gradskim

četvrtima i osobni transporteri, električni bicikli, motocikli i sl.). (Dokoza, H. 2016. Doprinos električnih vozila održivom razvoju, Veleučilište u Karlovcu).

U posljednje doba intenzivno se radi na razvoju i postupnom uvođenju električnih osobnih automobila, pa se vjeruje kako će oni u budućnosti preuzeti znatan dio automobilskega 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.

### **3.1. Što je električno vozilo?**

Neovisna električna vozila crpe električnu energiju koja je potrebna za pogon elektromotora iz izvora ugrađenog u samom vozilu (akumulatorska baterija). Kod akumulatorskih vozila električna energija je pohranjena u akumulatoru (npr. kod električnog automobila), a kod nekih drugih nezavisnih vozila električna energija se dobiva izgaranjem goriva, što se ostvaruje radom električnoga generatora u kombinaciji sa dizelskim ili benzinskim motorom, rjeđe plinskom turbinom (vozila s hibridnim pogonom). Izvor električne energije može biti i gorivi članak s izravnom pretvorbom kemijske u električnu energiju, ili sunčana baterija (kao kod sunčanog ili solarnog automobila). Stojkov et al (2014).

#### **3.1.1. Ovisna električna vozila**

Ovisna električna vozila preuzimaju električnu energiju iz elektroenergetske mreže preko kontaktnoga voda i pantografa koji po njemu klizi (npr. električna lokomotiva, tramvaj) ili s pomoću posebne tračnice (podzemna željeznica). Tehničke i ekonomske prednosti električnoga pogona osobito su uočljive u željezničkom prometu. U odnosu na parni i dizelski pogon ističe se pouzdanošću, većom instaliranom snagom po osovini, prijevoznom i propusnom moći pruga, a manjim utroškom energije, troškovima iskorištavanja i štetnim utjecajem na okoliš. Zbog velikih investicijskih ulaganja u elektrifikaciju željeznica, navedene prednosti dolaze do izražaja kod većih gustoća prometa. Na elektrificiranim željezničkim prugama električna energija dovodi se do elektrovučnih podstanica, koje izravno napajaju kontaktne mreže pojedinih dionica pruge. (Hrvatska enciklopedija, URL: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=67917>; pristupljeno 30.07.2021.)

U njima se izmjenična struja visokog napona pretvara u istosmjernu ili izmjeničnu struju onog napona i frekvencije koji odgovara vrsti sustava električnoga pogona. Istosmjerni sustavi napajanja nazivnih su napona 1,5 kV ili 3 kV dok su sustavi gradskoga prometa nazivnoga napona između 600 V i 750 V.

Njihovi su nedostaci razmjerno masivan kontaktni vod te gusto raspoređene elektrovučne podstanice. Izmjenični sustavi napajanja u znatnoj mjeri otklanjaju nedostatke istosmjernih sustava. U upotrebi su sustavi napona 15 kV i frekvencije  $16^{2/3}$  Hz te noviji sustavi napona 25 kV i frekvencije 50 Hz, a njihovu je primjenu potaknuo razvoj poluvodičke energetske elektronike 1960-ih. Za električni pogon rabe se kolektorski istosmjerni ili jednofazni elektromotori te trofazni asinkroni elektromotori. Trofazni asinkroni motori se odlikuju znatno povoljnijim omjerom mase i nazivne snage, lakše se održavaju, a moguća je i fina regulacija vučne sile i brzine vožnje.

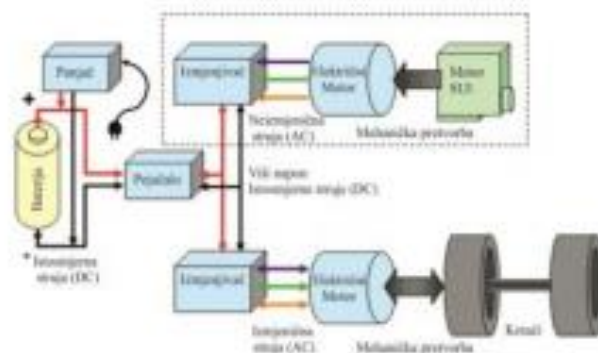
### **3.1.2. Neovisna električna vozila**

Električna vozila imaju nekoliko mogućih prednosti u odnosu na konvencionalna vozila s motorima s unutarnjim izgaranjem, koje uključuju značajnu razliku između cijene električne energije u odnosu s cijenom naftnih derivata, smanjenje onečišćenja zraka u gradovima, jer oni ne ispuštaju onečišćenja tijekom rada, smanjene emisije stakleničkih plinova, ovisno o gorivu i tehnologiji koja se koristi za proizvodnju električne energije za punjenje akumulatora, manju ovisnost o nafti. Također smanjenje buke koja potiče iz prometa, kroz gotovo nečujan rad električnih vozila. (Hrvatska enciklopedija, URL: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=67917>; pristupljeno 30.07.2021.)

## **3.2. Princip rada električnog automobila**

Električni sustav električnog vozila je zatvoren krug sa samostalnim izvorom napajanja odnosno sa akumulatorskom baterijom ili ako se radi o hibridnom vozilu izvor napajanja može biti kombiniran sa motorom s unutrašnjim izgaranjem koji mehaničku energiju pretvara u električnu koja se akumulira u bateriju. Također kod današnjih automobila električnu energiju možemo dobiti i regenerativnim kočenjem (KERS) kod kojeg se dio kinetičke energije koja bi bila izgubljena kao toplina, na principu zamašnjaka ili generatora sprema u

neki drugi oblik energije. (Dokoza, H. 2016. Doprinos električnih vozila održivom razvoju, Veleučilište u Karlovcu).

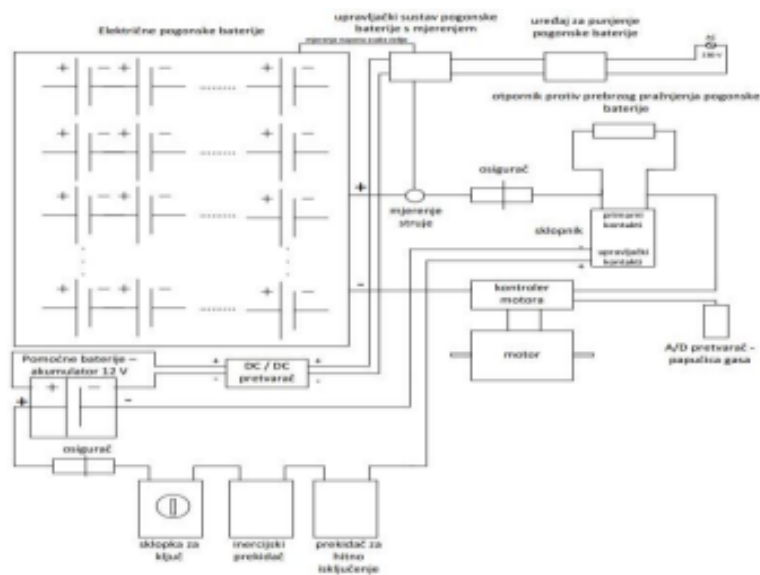


Slika 3.1. Princip rada električnog vozila

Izvor: Doprinos električnih vozila održivom razvoju, URL: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/vuka%3A343/datastream/PDF/view>, (pristupljeno 15.07.2021.)

Kod električnih vozila s baterijom, koji nemaju motor s unutrašnjim izgaranjem, krug rada samog vozila temelji se od akumulatorske baterije. Takav sistem mora se puniti putem priključka na elektroenergetsku mrežu. Za punjenje akumulatorske baterije koriste se punjači koji izmjenični napon mreže pretvaraju u istosmjerni napon baterije te se tim putem na kućnom priključku baterije mogu puniti u prosjeku od 6 do 8 sati. (Alajbeg, I. Električni automobili i održivi razvoj, Split, Veljača 2014.)

Suvremeni automobili imaju baterije napona od 12(V). Akumulatorska sposobnost se mjeri u (amp) pa tako npr. baterija od 56ah bi trebala biti u mogućnosti dostaviti struje od 1 amp za 56 sati, ili 2 pojačala za 28 sata. Ako napon akumulatora padne, manje su i struje, a na kraju vrijednosti napona i struje nisu dovoljne da bi komponente radile.



Slika 3.2. Blok shema

Izvor: Povijest električnih automobila,

URL: <https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka:51/preview>, (pristupljeno 15.07.2021.)

Akumulatorska baterija je jedini izvor energije i ona šalje istosmjernu struju prema pojačalu koji dobivenu struju i napon povećava na veće iznose. Nakon pojačala struja koja se u izmjenjivaču pretvara u izmjeničnu struju odlazi u električne motore koji su najvažnije komponente svakog električnog vozila. Električnu energiju pretvaraju u mehaničku energiju koristeći princip elektromagnetske indukcije, a ta mehanička energija se putem transmisije prenosi na kotače. Kontroler je također bitan i zadužen je za upravljanje rada električnog motora i on je funkcionalna cjelina s elektromotorom.

### 3.3. Elementi električnih automobila

Osnovni elementi za pogon električnog vozila su električni motor, električne pogonske baterije te upravljač odnosno kontroler motora. Ostali dijelovi električnog automobila su: analogno-digitalni pretvarač signala papučice gasa koji daje željene informacije brzine, 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. (Stojkov et al, 2014)

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 kabelski priključci. Baterija je komponenta koja određuje ukupne karakteristike električnog vozila te ona definira njegovu cijenu, autonomiju i njegovu raspoloživost. Dva su čimbenika koji određuju performanse baterije: energija (pređena udaljenost) i snaga (ubrzanje). (Dokoza, H. 2016. Doprinos električnih vozila održivom razvoju, Veleučilište u Karlovcu).

Ostali dijelovi koje vozilo na električni pogon može sadržavati su: sklopka za ključ, prekidač hitnog isključenja, inercijski prekidač, otpornik protiv prebrzog pražnjenja električne pogonske baterije, upravljački sustav baterija, grijači za grijanje unutrašnjosti vozila, upravljački sustav električnog vozila, vakuumska pumpa (ukoliko postoji potreba u kočionom sustavu), električna pumpa za pogon servo-sustava upravljanja volanom, ako isti postoji a nije riješen hidrauličkom pumpom s remenskim prijenosom.

### **3.3.1. Elektromotor**

Zasigurno najveća razlika između klasičnih i električnih automobila jest motor. Konvencionalni automobili koriste benzinske ili dizel motore, za razliku od električnog automobila kojeg pokreće elektromotor. Najvažnija komponenta svakog električnog automobila je električni motor. Električni motor je električni stroj koji električnu energiju pretvara u mehaničku koristeći princip elektromagnetske indukcije. Elektromotori su znatno jednostavnije konstrukcije od motora s unutrašnjim sagorijevanjem. (Stojkov et al, 2014)

Moderni motori sa unutrašnjim sagorijevanjem se sastoje od oko tisuću sitnih dijelova, dok se elektromotor u pravilu sastoji od tri do pet pokretnih dijelova, što ih čini znatno pouzdanijim i trajnijim. Motori konstrukcijski imaju dva namota (stator i rotor) od kojih je jedan uzbudni a drugi radni ili armaturni namot. Postoje i konstrukcije gdje je uzbudni namot zamijenjen permanentnim magnetima. Ovakvi motori zahtijevaju jako malo ili praktički ništa održavanja zbog toga što nemaju potrošnih dijelova. (Alajbeg, I. Električni automobili i održivi razvoj, Split, Veljača 2014.)

Elektromotor u pravilu omogućuje linearno i besprekidno ubrzavanje vozila sa znatno većom karakteristikom vuče u odnosu na konvencionalna vozila. S druge strane, električni automobili ne posjeduju mjenjačke kutije. Eliminacija mjenjačke kutije znatno smanjuje masu automobila, što ujedno dovodi do znatno manje potrošnje goriva a sa mehaničke strane

smanjuje cijenu vozila sa te strane.(Aerodynamic efficiency,URL:  
[http://www.exa.com/aerodynamic\\_efficiency.html](http://www.exa.com/aerodynamic_efficiency.html); pristupljeno 16.07.2021.)

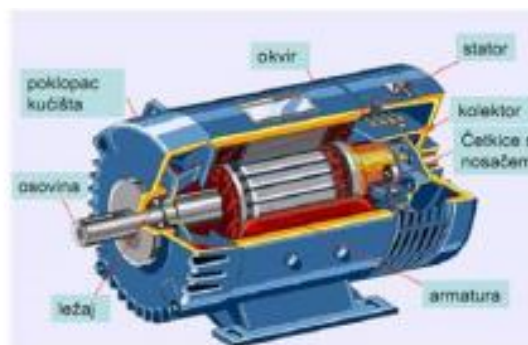


Slika 3.3. Elektromotor

Izvor: Analiza primjene električnog pogona s ekološkog aspekta u cestovnom prometu,  
URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/198109314.pdf>, pristupljeno 20.07.2021.

Postoji više vrsta elektromotora koji se znatno razlikuju po svojoj konstrukciji i principu rada. S obzirom na vrstu struje i izvor koji koriste razlikujemo:

- istosmjerne motore,
- izmjenične motore,
- univerzalne motore



Slika 3.4. Presjek istosmjernog motora

Izvor:Prometna zona, URL: <https://www.prometna-zona.com/generator/>, (pristupljeno 20.07.2021.)

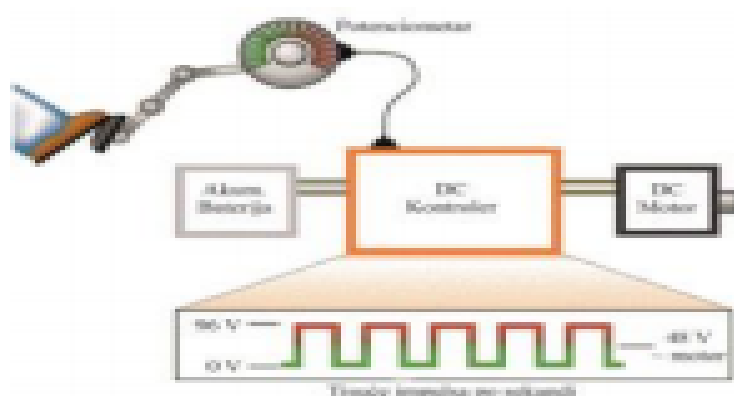
Motori koji za svoj rad koriste istosmjernu struju nazivamo istosmjerni motori (DC), dok motori kojima je za rad potrebna izmjenična struja nazivamo izmjeničnim motorima (AC).



### 3.3.2. Kontroler

Jedan od najvažnijih dijelova kod električnog vozila jest kontroler koji upravlja radom električnog motora te sustavom vozila i služi da posredstvom računala, u kojem je programska potpora (software), istosmjerni napon baterija pretvara u izmjenični trofazni izvor za elektromotor. Računalo i njegova programska potpora su u prednjem dijelu automobila, ugrađeni u komandnu tablu, a za rukovanje s njim u današnje vrijeme služi monitor osjetljiv na dodir. Računalo vozila nadzire njegovo stanje, koordinira sve potrebne radnje i reagira na promjene vanjskih uvjeta vožnje izdavanjem odgovarajućih naloga energetske jedinici i ostalim ugrađenim sustavima koji omogućavaju veću stabilnost vožnje i sigurnost putnika. U usporedbi sa dijelovima klasičnih motora, kontroler možemo usporediti sa Bosh-pumpom kod dizel motora, ili sa rasplinjačem kod starijih benzinskih motora. (Kontroler za električni automobil, URL: <http://vozac.tesea.com/kontroler-za-elektricni-automobil/>, pristupljeno 20.09.2021.)

Najvažniji dio kontrolera je elektroničko prekidačko poluvodičko polje sastavljeno od prekidača. Svaki prekidač sastavljen je od bipolarnih tranzistora (IGBC - Insulated Gate Bipolar Transistors). Njihovim preklapanjem ostvaruje se trofazni izvor potreban za napajanje električnog motora. Preklapanje se vrši do 32'000 puta u sekundi koje nadzire upravljački sustav s dva procesora, primarnim-radnim koji nadzire okretno magnetsko polje i sekundarnim-sigurnosnim koji nadzire odnos pritiska na pedalu 'gasa' i vrtnje kotača i usklađuje ih. . (Dokoza, H. 2016. Doprinos električnih vozila održivom razvoju, Veleučilište u Karlovcu).



Slika 3.5. Prikaz načina rada kontrolera u elek.automobilu

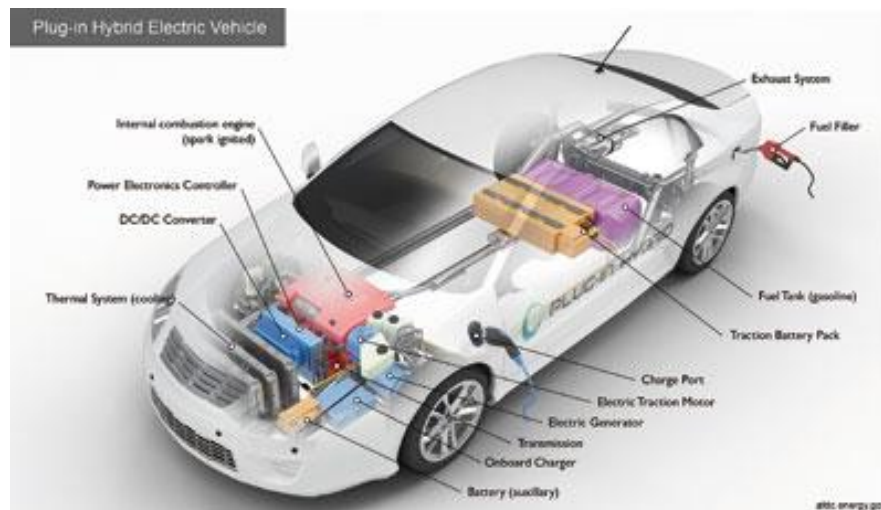
Izvor: Gašenje požara elek.automobila, URL: [hrcak.srce.hr](http://hrcak.srce.hr), (pristupljeno 15.07.2021.)

Kontroler svojim procesorom kontrolira zbivanja kada je automobil u pogonu. Procesor prati papučicu gasa i koristi podatke za kontrolu struje motora. Kako bi osigurali da se generira moment koji je prikladan za stanje automobila, odnosno drugih komponenti u automobilu, koriste se i drugi procesori izvan modula. Na primjer, ako su navedeni procesor i procesor koji prati stanje baterija izračunali da je baterija puna, regenerativni moment se smanjuje.

### **3.3.3. Akumulatorska baterija**

Baterije, odnosno skladištenje energije predstavlja glavni razlog sporog razvoja električnih automobila. Začetkom razvoja električnih automobila koristile su se olovne baterije ali su se zbog relativno loših karakteristika takvih baterija, na tržištu pojavile nove baterije zasnovane na litiju. To su zapravo litij-ionske baterije o čijem kapacitetu ovisi autonomnost kretanja električnog automobila. (Jakovac, I., Kučica M., Marčelja D., 2011. Uvođenje alternativnih pogona u cestovnom prometu, Sveučilište u Rijeci.)

Litijske baterije su u pravilu tri puta lakše i manje od olovnih baterija za isti kapacitet. Neki tipovi ovakvih baterija podnose brza punjenja i uz uporabu dovoljno snažnog punjača mogu se napuniti i za dvadeset minuta. Trajnost i karakteristike baterije ovise o vrsti litijske tehnologije, primjerice LiFePO<sub>4</sub> baterije mogu podnijeti do tri tisuće ciklusa punjenja, sukladno garanciji proizvođača. Neki tipovi baterija podnose ultra brza punjenja te se mogu napuniti za 15 do 30 minuta.



Slika 3.6. Smještaj akumulatorskih baterija

Izvor: Korak u prostor, URL: <https://korak.com.hr/dijelovi-hibridnog-automobila/>,  
(pristupljeno 20.07.2021.)

U današnje vrijeme kapaciteti baterija dovoljni su da mogu pokriti prosječne dnevne potrebe korištenja osobnog vozila. Ako govorimo o olovnim baterijama u pravilu za skladištenje jednog kWh električne energije potrebno je oko 60 kg baterija. Ako to prevedemo u domet za neki prosječni gradski auto, potrebno je oko 7 kg baterija za jedan prijeđeni kilometar, dakle za 100 kilometara dometa trebalo bi oko 700 kg baterija, što bi zauzimalo 300 litara prostora. Olovne baterije ne podnose brza punjenja (manje od dva sata). Vijek trajanja akumulatorskih baterija izražava se u broju ciklusa (punjenje-pražnjenje). Olovne baterije namijenjene za pogon elektro vozila u pravilu izdrže 500-1000 ciklusa odnosno pet kalendarskih godina. (Aerodynamic efficiency, URL: [http://www.exa.com/aerodynamic\\_efficiency.html](http://www.exa.com/aerodynamic_efficiency.html); pristupljeno 16.07.2021.)

Postojale su i druge vrste, najčešće Nikl-Kadmij (NiCd), no bile su znatno skuplje, a nisu nudile baš puno više, tako da su se danas svi proizvođači usmjerili na razvoj baterija zasnovane na litiju od kojih razlikujemo LiMnCo, LiFePO<sub>4</sub>, LiPo, LiYFePO<sub>4</sub>. Svjetski proizvođači električnih baterija sve više ulažu u razvoj novih tehnologija te najavljuju intenzivno povećanje kapaciteta baterija što će dovesti do povećanja dometa vozila u skoroj budućnosti te se očekuje autonomnost kretanja do 350 km s jednim punjenjem baterija.

Također se očekuje povećanje životnog vijeka baterija sa sadašnjih 4 i 7 na 10 godina ovisno o vrsti baterije. Nakon toga potrebna je zamjena, što može rezultirati odbačenim baterijama u prirodi. Iako postoje zakoni o odlaganju baterija, za taj problem rješenje su našli

sami proizvođači vozila, ponudivši kupcima mogućnost iznajmljivanja baterija, što znači da kupac nije odgovoran za recikliranje baterija, već proizvođač. Studije su pokazale da baterija nije takav problem za okoliš koliko gorivo, u ovom slučaju struja, odnosno izvor nastanka struje.

U današnje vrijeme svakim danom se pojavljuju neke nove tehnike izrade akumulatorskih baterija. Iz (Slika 15) vidimo veliki pomak u razvoju baterija za električna vozila od 2010 godine do danas (150-175 Wh/kg), međutim i u skoroj budućnosti proizvođači baterija planiraju proizvoditi baterije većeg kapaciteta u odnosu na istu težinu baterije. (Jakovac I., Kučica M., Marčelja D., 2011. Uvođenje alternativnih pogona u cestovnom prometu, Sveučilište u Rijeci.)

Pa tako vidimo da bi od 2015 – 2020. godine kapacitet akumulatorske baterije trebao porasti od 175 – 240 Wh/kg. Kada je riječ o baterijama zasnovanim na litiju proizvođači baterija postavljaju tehnološki limit i nema puno mjesta za njihov razvoj. Ali može se i očekivati kvantni skok u razvojnom procesu baterija za električna vozila. Tome pridonosi sve veće zanimanje za razvojem baterija za električna vozila pa ih danas nalazimo u različitim oblicima sa još većim kapacitetima, sa još većom sigurnošću i brzinom punjenja baterija, a tu su i noviji materijali i tehnike izrade akumulatorskih baterija za električna vozila.

### **3.3.4. Monitor nadzornog i upravljačkog sustava**

Monitor nadzornog i upravljačkog sustava vozila (VME - Vehicle Management System) je sustav za upravljanje vozilom koristi se za tri osnovne svrhe:

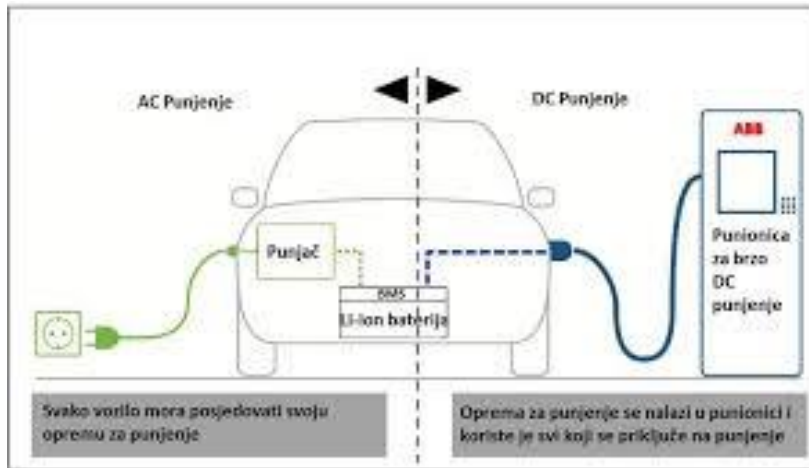
- Nadzor uporabe automobila (pogonska elektronika, cjelovitost vozila, parkiranje, ABS ...)
- Nadzor stanja baterija (stanje pojedinih modula; zagrijavanje, ventiliranje i vanjski uvjeti - HVAC sustav)
- Povratne informacije vozaču (instrument tabla, monitor osjetljiv na dodir, pritisak u gumama)
- Jedna od najvećih prednosti automobila je napredna i inovativna programska potpora (software), koja u svakom momentu vrši fino podešavanje funkcionalnosti sustava automobila putem više procesorskog sustava.

Više procesora koristi se u različite svrhe kao npr. za kontrolu aktivnosti vozača, nadzire se pogonski napon iz baterija, kontrolira rad motora, vrši dijagnostika, i prati interakcija s monitorom osjetljivim na dodir. Različiti operativni sustavi i programski jezici koriste se za optimizaciju izvršavanja i dovršetak izabrane funkcije. Rad svih procesora objedinjen je kako bi vršilo praćenje stanja svih komponenti tijekom korištenja vozila, razmjenjuju informacije za koordinaciju svojih aktivnosti.(Menerga, URL: <https://www.menerga.hr/klimatizacija-ventilacija-hladenje-grijanje/automatizacija-zgrada-integrator-sustava/centralni-nadzorni-sustav-cns/>, pristupljeno 20.09.2021.)

Dodatna korist koju omogućava (software) je moguća dijagnostika vozila na daljinu. Ako korisnik osjeti da nešto ne ide kako treba s vozilom, daljinsko dijagnosticiranje omogućuje utvrđivanje problema i rješenje bez izravnog pristupa vozilu. Moguć je odabir servisnog sjedišta glede bežične komunikacije. Osim toga software se neprestano razvija i nadograđuje te ga je pri izlasku novije verzije moguće nadograditi u sustav vozila. Sustav za upravljanje vozilom omogućava vozaču da bude svjestan većine zbivanja tijekom vožnje. Upravlja sigurnosnim sustavom, otvara vrata, prenosi upozorenja (npr. 'učvrstiti svoj sigurnosni pojas', 'vrata su pritvorena' itd.). Sakuplja i usklađuje podatke mnoštva procesa kako bi koordinirao potrebne aktivnosti za vožnju. Sustav upravljanja vozilom rabi tri osnovna načina rada; sportski, standardni, ili prošireni doseg, te surađuje sa procesom punjenja i pražnjenja baterija na način da izračunava idealne i stvarne raspone koristeći složeni programski algoritam koji uzima u obzir dob baterija, kapacitet, stil vožnje i način utroška energije.

### **3.3.5. Punjač akumulatorskih baterija**

Punjač baterija jedan je od važnih dijelova električnog automobila. Koristi se za pretvorbu izmjeničnog napona mreže u istosmjerni napon baterije. Preko tog punjača vozilo spojeno na kućnu instalaciju ili neki drugi izvor električne energije. O njemu ovisi vrijeme punjenja baterija.



Slika 3.7. Punjač akumulatorskih baterija

Izvor: Razmjena podataka punionice električnih vozila s okolinom, URL: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:423500>, pristupljeno 15.07.2021.

Tako se punjači razlikuju po snazi. Slabiji punjači električni automobil mogu napuniti za oko 8-10 sati dok jači punjači to čine puno brže i elektro automobil napune čak i za 20-ak minuta. Punjač se može ugraditi u auto, ali i ne mora.

### 3.3.6. Diferencijal

Električni motor je izravno povezan s jedno brzinskim mjenjačem, reduktorom i diferencijalom, a on se nalazi iznad stražnje osovine pogonskih kotača. Jednostavnost s jednim prijenosnim omjerom smanjuje težinu i eliminira potrebu za kompliciranim mehanizmom spojke. Elegantan motor ne treba kompliciranu opremu za vožnju unatrag, već se motor jednostavno vrti u suprotnom smjeru prema nalogu upućenom s komandne table. (Menerga, URL: <https://www.menerga.hr/klimatizacija-ventilacija-hladenje-grijanje/automatizacija-zgrada-integrator-sustava/centralni-nadzorni-sustav-cns/>, pristupljeno 20.09.2021.)

Razvojem kontrolora, energetskog pretvarača i programske potpore dobivena je ravnomjerna snaga u širem rasponu te se je potreba za mjenjačem s više brzina pokazala suvišnom. Karoserije današnjih električnih vozila prave se od laganih ali čvrstih i tvrdih karbonskih panela s profiliranom šasijom od posebno obrađenog aluminijskog, kako bi se prvenstveno anulirala težina bloka baterija. Dakle, koncept upravljanja i prijenosa snage u

odnosu na klasične automobile u osnovi se nije promijenio, osim što je motor drugačije prirode.



Slika 3.8. Diferencijal i elektromotor u sklopu ovjesa kotača, Concept One, Rimac automobili

Izvor: Dnevnik.hr, URL: <https://dnevnik.hr/vijesti/automotiv/rimac-u-frankfurtu-predstavilo-fenomenalni-concept-one.html>, pristupljeno 20.07.2021.

Diferencijal i pogonske poluosovine glede prijenosa snage na stražnje kotače i dalje je nužda, mada se koriste sva moderna dostignuća glede postizavanja raznih kontrola. Tek mogućnost upravljanja zasebnim motorima za svaki kotač doprinijeti će jednostavnijoj mehanici i posve novom pristupu transfera energije na kotače (Concept One, Rimac automobili). U tom smislu razvijaju se verzije koje koriste pogonske poluosovine od elektromotora do kotača ili je elektromotor svakog kotača u sklopu njegovog ovjesa.

### 3.3.7. Grijanje putničkog prostora

Dizel i benzinski motori imaju korisnost do 30% što znači da se samo 30% energije pretvara u mehanički rad, a ostalih 70% odlazi na toplinu. Od tih 70% topline samo mali dio koristi se za grijanje putničkog prostora. Korisnost kod električnog automobila trostruko je veća od korisnosti kod dizelskog/benzinskog automobila, stoga 90% energije pretvara se u mehanički rad tj. gibanje, a 10% odlazi na toplinu što je nedovoljno za grijanje putničkog prostora. Zato se za izvor topline uzimaju električni grijači ili dizalice topline (klima uređaji). (Machine learning assisted materials design and discovery for rechargeable batteries, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405829720302567>, pristupljeno 30.07.2021.)

### 3.4. Vrste električnih vozila

Postoje četiri glavne vrste električnih vozila:

- Hibridna električna vozila
- Plug-in hibridna električna vozila
- Električna vozila s produljenim dometom
- Električna vozila s baterijom

#### 3.4.1. Hibridna električna vozila

Hibridna vozila su ona koja za pokretanje koriste dva ili više izvora energije, umjesto jednog kao kod tradicionalnih automobila. Najčešća je kombinacija benzinskog ili dizelskog motora s elektromotorom, kao što je to slučaj kod Toyote Prius. Hibridni automobili su odnedavno postali vrlo popularni jer imaju znatno manju emisiju štetnih plinova koji onečišćuju zrak i uzrokuju kisele kiše (ugljikov dioksid i drugi). S obzirom na autonomnost električnoga pogona, hibridi se dijele na djelomične i potpune hibride. Potpuni hibrid je po definiciji onaj kojem je omogućena vožnja vozilom pogonjenog samo elektromotorom. U tom slučaju elektromotor ima u pravilu barem jednu trećinu snage motora s unutarnjim izgaranjem. (Alternative fuel Vehicle, Wikipedija, URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Alternative\\_fuel\\_vehicle](http://en.wikipedia.org/wiki/Alternative_fuel_vehicle); pristupljeno 28.07.2021.)

Kod djelomičnog hibrida elektromotor služi samo kao pomoć motoru s unutarnjim izgaranjem. Stoga je djelomični hibrid i znatno jeftiniji, ali kako je dodatna snaga koju on razvija manja, i ušteda goriva je manja. Hibridna električna vozila koriste malu električnu bateriju kako bi nadomjestiti klasičan motor sa unutarnjim sagorijevanjem i kako bi poboljšali učinkovitost goriva za otprilike 25 posto u odnosu na klasična vozila.

Elektromotor minimizira prazan hod i pojačava sposobnost vozila da krene i ubrza, što je iznimno važno u gradskoj vožnji. Hibridna vozila kombiniraju i elektromotor i motor sa unutarnjim sagorijevanjem za vožnje. Elektromotor ubrzava vozilo na otprilike 40 km/h, a zatim motor sa unutarnjim sagorijevanjem preuzima. Baterija se puni preko benzinskog motora i regenerativnog kočenja. Regenerativnim kočenjem se kinetička energija koja bi inače bila izgubljena kao toplina, pretvara u električnu energiju koja potom puni bateriju. S



obzirom na vezu mehaničkog i električnog dijela hibridni pogonski sustavi se mogu podijeliti u tri skupine: serijski, paralelni i serijsko-paralelni hibridi.

Kod serijskog hibrida pogonske kotača uvijek pogoni elektromotor, bez ikakve mehaničke veze s motorom s unutarnjim izgaranjem. Kako bi se povećao domet serijskog hibrida, motor s unutarnjim izgaranjem se uključuje po potrebi i preko generatora proizvodi električnu energiju kojom puni baterije. Na taj način motoru s unutarnjim izgaranjem je omogućen rad u optimalnom radnom području s najmanjom potrošnjom goriva. (*Bolt*, URL <https://blog.bolt.eu/hr/koja-je-razlika-između-elektricnih-i-hibridnih-automobila/>, pristupljeno 20.09.2021.)

Poboljšanje energetske učinkovitosti postiže se i time što se iskorištava energija kočenja, tako što elektromotor postaje generatorom kojega tjeraju kotači. Učinkovitost takvog pogona je ipak dijelom smanjena zbog gubitaka u pretvaranju mehaničke energije u električnu, te naknadnog pretvaranja električne energije iz baterija ponovno u mehaničku. Kod paralelnog hibrida postoji mogućnost pogona vozila motorom s unutarnjim izgaranjem i elektromotora istovremeno. Također postoji mogućnost pogona samo motorom s unutarnjim izgaranjem ili čistog električnog pogona.

Najčešće su kod takvih hibrida motori i mjenjač brzina povezani automatskim spojka. Treba ipak imati na umu da su vozne mogućnosti vrlo ograničene kapacitetom baterije. Kod serijsko-paralelnih hibrida raspodjela snage na pogonske kotača dijeli se između električnog motora i motora s unutarnjim izgaranjem pomoću posebnog diferencijala. Omjer razdiobe snage može biti od 0-100% u korist ili elektromotora ili motora s unutarnjim izgaranjem. Motor s unutarnjim izgaranjem se također može koristiti i za punjenje baterija. Na otvorenoj cesti primarni motor je motor s unutarnjim izgaranjem, dok elektromotor služi kao dodatna snaga (npr. kod pretjecanja). (Alternative fuel Vehicle, Wikipedija, URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Alternative\\_fuel\\_vehicle](http://en.wikipedia.org/wiki/Alternative_fuel_vehicle); pristupljeno 28.07.2021.)

### **3.4.2. Plug-in električna vozila**

Plug-In hibridno vozilo (PHV) je potpuno hibridno vozilo opremljeno baterijom koja se može ponovno puniti spajanjem utičnice u izvor električne energije. PHV radi na principu električnog vozila bez emisije štetnih plinova na kraće udaljenosti, te kao klasično hibridno vozilo na duže udaljenosti. Njegova je prednost ta što kada se baterija isprazni ne morate se brinuti o traženju utičnice za ponovno punjenje već će se vozilo automatski prebaciti u

hibridni način rada, baš poput klasičnog hibridnog vozila. Plug-in hibridno vozilo može biti izvedeno sa serijskim i sa paralelnim pogonskim sustavom. ( Alternativni pogoni, URL: <https://www.vecernji.hr/auti/istrazili-smo-plug-in-hibridi-serijski-hibridi-koja-je-razlika-1236246>, pristupljeno 20.09.2021.)



Slika 3.9. Plug in punjenje

Izvor: Volvo cars, URL: <https://www.volvocars.com/hr/v/plugsurfing-electric-car-charging-network>, pristupljeno 20.07.2021.

Sadrži baterije povećanog kapaciteta (od običnih hibrida) kako bi vozilu bilo omogućen veći domet vožnje samo na električnu energiju. Koncept plug-in hibrida zanimljiv je onima koji svakodnevno putuju manjim udaljenostima te na taj način mogu potpuno ili djelomično izbjeći korištenje motora s unutarnjim izgaranjem. Na taj se način također smanjuje emisija štetnih plinova ako električna energija kojom se vozilo puni dolazi iz čistih izvora energije.

### **3.4.3. Električna vozila s produljenim dometom**

Za razliku od hibridnih i plug-in hibridnih automobila, ovaj tip automobila se pokreće isključivo elektromotorom. U ovom slučaju motor s unutarnjim izgaranjem samo puni baterije. Zavisno o vremenskim prilikama, uključenim električnim uređajima te načinom na koji vozite, možete preći čak i 65 kilometara na struju pohranjenu u vašoj bateriji – bez korištenja benzina i bez emisije štetnih plinova. Nakon toga, vozilo se automatski prebacuje na benzinski generator koji nastavlja proizvoditi struju i produžuje domet. Tako vozilo može prijeći nekoliko stotina kilometara dok ga ponovno ne uključite u struju ili napunite gorivom. Na primjer Chevrolet Volt električno vozilo ima električni motor 111kW/150KS okretnog momenta 370Nm, maksimalne brzine 160 km/h; te sa punim spremnikom goriva može doseći i do 482 km. Električna vozila s produljenim dometom su većinom kombinirana sa manjim

benzinskim generatorima koji omogućuju punjenje baterije. (*Bolt*, URL: <https://blog.bolt.eu/hr/koja-je-razlika-izmedu-elektricnih-i-hibridnih-automobila/>, pristupljeno 20.09.2021.)

#### **3.4.4. Električna vozila s akumulatorskom baterijom**

U ovaj tip vozila spadaju sva vozila koja su u potpunosti električna. Nemaju motora sa unutarnjim izgaranjem, te da bi se napunila moraju biti priključena na elektroenergetsku mrežu. Za prelazak oko 100 km s jednim punjenjem potrebne su baterije sa znatno većim kapacitetom od ostalih vrsta električnih automobila, od 18 pa čak do 35 kw-sati. Električni automobili su znatno skuplji od konvencionalnih vozila s unutarnjim izgaranjem i hibridnih električnih vozila zbog dodatnog troška njihovih litij-ionskih akumulatora, međutim zbog masovne proizvodnje akumulatorskih baterija pada i cijena akumulatora. Druge prepreke za opće korištenje električnih automobila su nedostatak javne i privatne infrastrukture za punjenje i strah vozača od nestanka energije prije dostizanja svog odredišta zbog ograničenog dosega postojećih električnih automobila i njihovih akumulatorskih baterija. (*Alternativni pogoni*, URL: <https://www.vecernji.hr/auti/istrazili-smo-plug-in-hibridi-serijski-hibridi-koja-je-razlika-1236246>, pristupljeno 20.09.2021.)

Nekoliko vlada je ponudilo političke i gospodarske poticaje za prevladavanje postojećih zapreka, promoviranje prodaje električnih automobila i za financiranje daljnjeg razvoja električnih vozila, isplativijih izvedbi akumulatora i njihovih komponenti. Nekoliko nacionalnih i lokalnih vlasti su uspostavile porezne olakšice, subvencije i druge poticaje kako bi se smanjila neto nabavna cijena električnih automobila i drugih dodataka. (*Auto hrvatska*, URL: <https://www.autohrvatska.hr/audi-plug-in-hibridna-vozila-phev.aspx>, pristupljeno 20.09.2021.)

Poticanjem odnosno sufinanciranjem nabave električnih vozila u Hrvatskoj, planirano je postupno ali direktno utjecanje na smanjenje emisija štetnih plinova u prometu. S obzirom da su emisije iz prometa najznačajniji izvori onečišćenja zraka i emisija stakleničkih plinova, postizanjem ovih ciljeva utjecat ćemo na povećanje kvalitete zraka te smanjenje ukupne emisije stakleničkih plinova na razini države.

## **4. Uporaba obnovljivih izvora energije na električnim automobilima**

Vozilo koje se pogoni obnovljivim izvorima je ono vozilo koje radi na sve izvore energije osim onih "tradicionalnih" naftnih goriva ( benzin ili dizel ) i odnosi se na bilo koju tehnologiju napajanja motora koja ne uključuje samo nafta (npr.: električnog automobila, hibridnih električnih vozila , solarni pogon, zračni pogon, biomase). Zbog kombinacije faktora, kao što su briga za okoliš, visoke cijene nafte i sve manjih rezervi nafte, razvoj čišćih alternativnih goriva i naprednih elektroenergetskih sustava za vozila postaje sve veći prioritet za mnoge vlade i proizvođače vozila diljem svijeta.

### **4.1. Autoplin**

Iako je dvojbeno možemo li plinski pogon. zvati alternativnim i obnovljivim zbog njegova fosilnog porijekla, on je zanimljiv s više aspekata. U prvom redu treba spomenuti da se ukapljenim plinom uz tek sitne preinake može pogoniti gotovo svaki konvencionalni benzinski motor. Plin koji se koristi je smjesa propana i butana, odnosno ukapljeni naftni plin (UNP), čije izgaranje u daleko manjoj mjeri zagađuje okoliš nego izgaranje benzina. Osim UNP-a koristi se i SPP – stlačeni prirodni plin odnosno smjesa metana i etana, no u daleko manjoj mjeri od UNP-a, zbog manje kalorijske vrijednosti. Plin je spremljen u boce, koje mogu stati u svaki automobilski prtljažnik.(Solar impulse,URL: <http://www.solarimpulse.com>, pristupljeno 15.07.2021.)

Sam autoplin uređaj funkcionira tako da umjesto ubrizgavanja benzina u komoru za sagorijevanje 'ubacuje' propan-butan smjesu. Prilikom paljenja, vozilo se pokreće na benzin a zatim automatski sustav u autoplin uređaju nakon vrlo kratkog vremena prebacuje režim vožnje s benzina na plin nakon što motor postigne određenu radnu temperaturu (35- 40°C). U samoj vožnji ovisno o vrsti plinske instalacije vozač uopće ne zna kada se vozilo prebacuje s benzinskog na plinski pogon osim ako dobije zvučnu signalizaciju. Vozač to može vidjeti na indikatoru na kojem po želji i ručno može promijeniti vrstu pogonskog goriva.(Green car congress,URL:<https://www.greencarcongress.com/2010/04/acea-tax-20100421.html#more>, pristupljeno 20.07.2021.)

Atraktivnosti ovog pogona doprinosi i činjenica da nudi veliku uštedu u cijeni goriva, uz zanemariv gubitak snage motora. Treba spomenuti da već postoji infrastruktura opskrbe ovim energentom na dovoljnom broju crpki, te ga ima daleko više nego nafte. To ga čini u ovom trenutku najdostupnijim oblikom alternativnog goriva za vozila. Njegove loše strane su još uvijek mala efikasnost u iskorištenju goriva te što pri izgaranju, iako manje nego benzin ili dizel, ipak stvara stakleničke plinove. Osnovne prednosti autoplina u odnosu na alternativne pogone ogleda se u većoj ekonomičnosti, ne samo zbog cijene nego i zbog dokazanih pozitivnih efekata. To su:

- produžen vijek trajanja motora
- tiši rad motora
- veći broj prijeđenih kilometara (u prosjeku oko 30%)
- niži troškovi održavanja vozila
- potpuno izgaranje smjese u cilindrima goriva bez gubitka goriva u ispušnim plinovima
- duži vremenski period izmjene svjećica i ulja
- produžena trajnost katalizatora Već nakon prijeđenih 20.000 km uz prosječnu potrošnju od 8 litara na 100 km ostvaruje se povrat uloženoj novcu u autoplin uređaj.

## 4.2. Biodizel

Biodizel je obnovljivo gorivo koje se tvornički proizvodi od algi, biljnog ulja, životinjskih masnoća ili iz recikliranih restoranskih i drugih masnoća. To je jedna od njegovih prednosti pred fosilnim gorivom, čija je proizvodnja ograničena fosilnim rezervama.



Slika 4.1. Biodizel

Izvor: Ekstrakcija glicerola iz biodizela sintetiziranog iz životinjskih masnoća, URL: <https://repositorij.fkit.unizg.hr/islandora/object/fkit%3A358/datastream/PDF/view>, (pristupljeno 23.07.2021.)

Biodizel se proizvodi kemijskim procesom nazvanim transesterifikacija u kojoj se glicerol odvaja od masti i biljnog ulja. Procesom se dobiju dva proizvoda - metilni esteri (kemijsko ime za biodizel) i glicerol. Glicerol je vrijedan nusprodukt koji se koristi za proizvodnju sapuna i sličnih proizvoda. (Solar impulse, URL: <http://www.solarimpulse.com>, pristupljeno 15.07.2021.)

Biodizel se može koristiti u uobičajenim dizelskim motorima bez preinaka. Prepreka pri korištenju mogu biti jedino temperature ispod 100 – C , kada se ovo gorivo počinje zgušnjavati. Zato bi vozila pogonjena biodizelom morala u budućnosti imati grijače rezervoara. Biodizel je potpuno neškodljiv i vrlo lako razgradiv. Udio sumpora u biodizelu je gotovo zanemariv (< 0,001%). Zbog toga ne predstavlja opasnost u vidu onečišćenja tla i podzemnih voda u slučaju nezgode. Budući da se proizvodi iz biljaka koje troše ugljikov dioksid za rast (najčešće kukuruz), njegova uporaba smanjuje emisiju tog plina za oko 60% u odnosu na klasično dizelsko gorivo. Energetska vrijednost biodizela je oko 90% energetske vrijednosti običnog dizela. . (Jakovac I., Kučica M., Marčelja D., 2011. Uvođenje alternativnih pogona u cestovnom prometu, Sveučilište u Rijeci, Seminarski rad)

### **4.3. Vodik**

Vodikom pogonjeni automobil koristi vodik kao svoj izvor energije za pokretanje. Ovi automobili uglavnom koriste vodik u jednom od dva načina (izgaranje, goriva ćelija ). U izgaranju, vodik se zapaljuje u motorima na isti način kao i kod tradicionalnih benzinskih automobila. U pretvorbi gorive ćelije, vodik se pretvara u električnu energiju putem gorive ćelije koja tada pokreće elektromotor.

U obje metode jedini nusprodukt koji nastaje trošenjem vodika je voda. U 2012 godini na „World Hydrogen Energy— konferenciji usklađen dogovor između proizvođača, Daimler AG, Honda, Hyundai i Toyota su potvrdili planove za proizvodnju vodikovih vozila na gorive ćelije, te ih najavili za prodaju do 2015. godine, a neki tipovi takvih vozila su već predstavljani 2013. godine. Mali broj prototipa vodikovih automobila trenutno postoje, ali su značajnija trenutna istraživanja u tijeku kako bi tehnologija ostala više održiva. Najučinkovitiji način korištenja vodika uključuje upotrebu gorivih ćelija i elektromotora umjesto tradicionalnih motora. (Jakovac I., Kučica M., Marčelja D., 2011. Uvođenje alternativnih pogona u cestovnom prometu, Sveučilište u Rijeci, Seminarski rad.)

Vodik reagira s kisikom unutar gorive ćelije, koja proizvodi električnu energiju za napajanje motora. Jedno od primarnih područja istraživanja vodika je skladištenje vodika i povećati raspon vodikovih vozila smanjenjem težine, potrošnje energije i same složenost sustava. Neki smatraju da automobil na vodik nikada neće biti ekonomski održiv i da naglasak na ove tehnologije smanjuje razvoj i popularizaciju učinkovitijih hibridnih automobila i drugih alternativnih tehnologija. Studija The Carbon Trust za Odjel energije i klimatskih promjena sugerira da vodikova tehnologija ima potencijal za pružanje prijevoza sa gotovo nula emisija, što smanjenje ovisnosti o uvozu nafte i smanjivanje energije iz obnovljivih izvora.

Međutim, vodikova tehnologija se susreće sa teškim izazovima u smislu troškova razvoja i performansi. Autobusi, vlakovi, bicikli, plovila, motocikli, avioni, podmornice i rakete se već pokreću na vodik, u raznim oblicima. NASA koristi vodik za pokretanje Space Shuttleau svemir. BMW Clean Energy automobil kod kojeg vodik izgara u motoru s unutarnjim izgaranjem ima više snage i brži je nego spoj gorivih ćelija i elektromotora. Mazda je razvila Wankel motore u kojima je izgarao vodik umjesto benzina. Wankel koristi rotacijski princip rada, tako da vodik gori u drugom dijelu motora od usisa.

Time se smanjuje problem pre-detonacije što je problem s vodikom pogonjenih klipnim motorima. Ostali automobilske tvrtke kao što su Daimler Chrysler, Honda, Toyota, Ford i General Motors, ulažu ponajviše u gorive ćelije i elektromotore. VW, Nissan i Hyundai imaju prototipove ovakvih vozila na cesti. Osim toga, prijevoznike agencije diljem svijeta koriste prototipove autobusa, vozila na gorive ćelije i ostala vozila koji mogu prijeći i do 110km sa jednim kilogramom vodika.

#### **4.4. Tekući dušik**

Dušikovo vozilo je vozilo pogonjeno tekućim dušikom koji se skladišti u spremniku za dušik. Motori pogonjeni tekućim dušikom rade na principu zagrijavanja dušika u izmjenjivaču topline, te izdvajanjem topline i okolnog zraka i pomoću stlačenog plina dobivenog u izmjenjivaču topline pogonimo klipove rotacijskog motora. Vozila na tekući dušik nisu uvelike zaživjela u komercijalne svrhe, već su većinom demonstrativno prikazivana. Pogon na tekući dušik također može biti korišten u hibridnim sustavima, na način da pretvaramo tekući dušik u električnu energiju te njome punimo akumulatorsku bateriju.

Ovaj sistem je nazvan hibridni dušično-električni pogon, a uz njega možemo koristiti i regenerativno kočenje. Tekući dušik se distribuira i pohranjuje u izolirane posude. Izolacija smanjuje toplinsko djelovanje na spremnike dušika. Izolacija je neophodna jer toplina iz okoline isparava tekućinu koja zatim prelazi u plinovito stanje. Smanjenje djelovanja topline smanjuje gubitak pri isparavanju tekućeg dušika u spremnicima. S obzirom na uvijete u kojima se tekući dušik mora nalaziti transport cijevovima bi bio preskup s obzirom na potrebnu izolaciju. Spremnici tekućeg dušika moraju biti konstruirani od čvrstih materijala poput čelika, aluminija, karbona ili kevlar.

#### **4.5. Amonijak**

Amonijak je s kemijske strane spoj dušika i vodika ( $\text{NH}_3$ ). To je bezbojan plin karakterističnog mirisa, te je lakši od zraka, a ima ga i u tekućem stanju. Nalazi se u tragovima u atmosferi, a proizvodi se od truljenja životinjskih i biljnih tvari. Prilikom miješanja sa kisikom dolazi do izgaranja amonijaka te nastaje blijedi žućkasto-zeleni plamen. Zbog svojstva izgaranja amonijak je predložen kao alternativa fosilnim gorivima za motore s unutarnjim izgaranjem. Kalorična vrijednost amonijaka je 22,5 MJ/kg; što je upola manje nego kod dizela. Kod normalnih motora, u kojima se vodena para ne kondenzira, ogrjevna vrijednost amonijaka će biti oko 21% manja. Amonijak se može koristiti u postojećim motorima s manjim izmjenama rasplinjača ili brizgaljkama. Motori na amonijak su se eksperimentalno počeli koristiti u 19. stoljeću od strane Goldsworthy Gurney u Velikoj Britaniji i tramvaji u New Orleansu.

Godine 1981. kanadska tvrtka pretvara automobile Chevrolet Impala da koriste amonijak kao gorivo. Amonijak i GreenNH3 se koristi s uspjehom od strane razvojnih agencija u Kanadi, jer može koristiti kod dizelskih motora s manjim izmjenama, ujedno je i jedino zeleno gorivo za mlazne motore i unatoč svojoj toksičnosti nije bio ništa više opasniji od benzina ili UNP. Amonijak može biti izrađen od obnovljivih izvora, a ima pola manju gustoću od benzina ili dizela, te se može lako provesti u dovoljnim količinama u vozilima. Prilikom izgaranja amonijaka nema drugih štetnih misija osim dušika i vodene pare.

#### **4.6. Etanol**

Etilno gorivo ili etilni alkohol, je isti onaj tip alkohola koji nalazimo u alkoholnim pićima. On se danas najčešće koristi kao pogonsko gorivo, odnosno kao bio aditiv za benzin koji se najčešće koristi za pogon automobila i drugih vozila kao poljoprivredni strojevi, plovila i



zrakoplovi. Svjetska proizvodnja etanola se utrostručila između 2000. i 2007. Godine, sa 17 milijardi na više od 52 milijarde litara za korištenje kao bio aditiva za vozila. Od 2007. do 2008. godine, udio etanola u globalnom tipa benzina povećao se s 3,7% na 5,4%. U 2011. godini u svijetu, etanol je dosegao proizvodnju od 84.6 milijardi litara. SAD je na vrhu kao najveći proizvođač 52,6 milijardi litara, što čini 62,2% globalne proizvodnje. Energetska vrijednost etanola u odnosu na benzin je nešto manja, pa tako vidimo da 1 litra. etanola proizvodi energiju jednaku 0.66 litara benzina što daje skoro 50% veću potrošnju.

Danas većina automobila na cesti u SAD-u može voziti na mješavini goriva do 10% etanola. Od 1976. Brazilska vlada je uvela norme da se etanol mora obavezno miješati s benzinom, a od 2007. godine zakonska je obveza na crpkama mješavina 25% etanola i 75% benzina. Do prosinca 2011 Brazil imali flotu od 14,8 milijuna automobila flex-fuel i lakih kamiona i 1,5 milijuna flex-fuel motocikala koji redovito koriste etilno gorivo. Bioetanol je oblik obnovljivih izvora energije koji se može proizvesti iz poljoprivrednih sirovina . Može biti izrađen od vrlo čestih usjeva kao što su šećerna trska, krumpir, kukuruz. Ovim izvorom energije, proizvođač automobila Ford, izvještava da se korištenjem bioetanola u odnosu na benzin smanjuje oko 70% CO2 emisija štetnih plinova kod Flexfuel vozila.

#### **4.7. Sunčevo vozilo**

Sunčevo vozilo je vrsta električnog vozila, koja u cijelosti ili značajno koristi sunčevu energiju za pogon elektromotora. Uobičajeno je da sunčevo vozilo koristi fotonaponske ploče za pretvaranje sunčeve energije u električnu energiju. Za sada su takva vozila uglavnom u razdoblju ispitivanja i nisu iskoristila svoj najveći potencijal ali će bitno utjecati na razvoj prometa u budućnosti. Trenutno postoji nekoliko vrsta sunčevih vozila koje možemo podijeliti na cestovne, željezničke, pomorske, zračne i svemirske, kao što su automobil, bicikl, autobus, plovila, vlak, letjelice.

Sunčev automobil je vrsta sunčevog vozila koja koristi sunčevu energiju za rad fotonaponskih ploča, koje rade u dva režima rada: faza punjenja (vozilo miruje) i faza pražnjenja (vozilo se kreće). Osvjetljenjem sunčane ćelije, odnosno apsorpiranjem Sunčeva zračenja, fotonaponskim se efektom na njezinim krajevima javlja elektromotorna sila (napon) te sunčana ćelija postaje izvorom električne energije. Više sunčanih ćelija povezano je u modul radi većeg napona. Napon dolazi do regulatora punjenja i pražnjenja (RPP). RPP regulira promjenjivi istosmjerni napon te puni akumulatorsku bateriju. Akumulatorska

baterija je preko upravljačkog sklopa povezana s elektromotorom. Kada je akumulatorska baterija puna, elektromotor se može pokretati.

Sunčevi automobili se ne koriste još uvijek za promet, već uglavnom za utrke sunčevih automobila. Utrke sunčevih vozila ciljane su utrke kojima se promiče korištenje „zelene energije—. Na njima sudjeluju svi konkurentni modeli koji zadovoljavaju određene kriterije ovisno o vrsti utrke. Na ovakve izazove najčešće se prijavljuju sveučilišta koja žele poboljšati inženjerske i tehničke vještine svojih studenata. Neke od poznatih utrka automobila u svijetu jesu: World Solar Challenge utrka najpoznatije je natjecanje sunčevih automobila na svijetu, preko cijele Australije. Prvi WSC održan je 1987. a tadašnja vozila kretala su se brzinom do 67 km/h. Početna točka je u Darwinu (Northern Territory) dok je krajnja u Adelaideu u Južnoj Australiji. Vozila sveukupno pređu 3021 km te 7 kontrolnih stanica.

Na kontrolnim stanicama obavljaju se provjere vozila da bi se osiguralo pošteno natjecanje u skladu s propisima. Ekipe mogu obavljati samo nužne i najosnovnije provjere kao što su Utrka North American Solar Challenge, duž SAD i Kanade. Utrka se održava svake 2 godine diljem SAD-a i Kanade, a započela je 1990. godine. U utrci sudjeluju timovi fakulteta i sveučilišta diljem Sjeverne Amerike s ciljem inovativnosti i očuvanjem prirode. Prva utrka duga 2900 km održana je 1990. godine s početnom točkom Disney World (Orlando, Florida). Pobjednik je imao prosječnu brzinu kretanja od 39.8 km/h. Dosad se ova utrka održala 11 puta (zadnji je bio 2012.) . Mjesto utrke, za razliku od WSC-a, mijenja se svaki put.

South African Solar Challenge utrka je sunčevih vozila Južnom Afrikom. Prva utrka održana je 2008. te se planira održavati svake dvije godine. Odvija se javnim cestama, te je neophodno da se timovi ponašaju u skladu s prometnim pravilima i uvjetima nametnutim od strane prometnih vlasti. Utrka započinje u Pretoriji i traje 8 dana. Završava u Cape Townu. Glavni put obuhvaća približno 2000 km (prosječno 260 km dnevno). Timovima se omogućuje i da sami prave dulje petlje te se iz tog razloga očekuje da će najuspješniji preći i do 6000 km (prosječno 700 km dnevno).

#### **4.8. Dimetil eter**

Dimetil Eter (DME,  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ ) je obećavajuće gorivo za dizelske i benzinske motore (30% DME / 70% LPG), te plinske turbine zbog velikog cetanskog broja koji iznosi 55, u odnosu na dizel 40-53. Taj broj nam pokazuje brzinu izgaranja dizel goriva u usporedbi sa

oktanimi koji se gledaju kod benzinskih derivata. Da bi se DME mogao koristiti u dizelskim motorima, odnosno da bi mogao izgarati, potrebne su umjerene modifikacije na motoru.

Jednostavnost ovog spoja ugljikovog lanca tijekom njegovog izgaranja donosi vrlo niske emisije čestica, NO<sub>x</sub>, CO. Iz čega proizlazi da je gotovo bez sumpora, te time DME zadovoljava čak najstrože emisijske propise u Europi (Euro5). DME se razvija kao druga generacija sintetičkih biogoriva (BioDME), koji se mogu izraditi od biomasa. Trenutno EU razmatra BioDME kao potencijalnoj mješavini biogoriva u 2030. godini.

## 5. Razvoj novih sastavnica električnih automobila

U ovom poglavlju pobliže će se pojasniti nove sastavnice električnih automobila. Električne automobile karakterizira specifičan moderni dizajn, te mreža za punjenje samih vozila.

### 5.1. Dizajn

Dizajn kao vizualni izgled vozila uz željene izgled dizajnera uvelike ovisi o aerodinamici. Glavni ciljevi dizajnera su smanjenje buke nastale udaranjem vjetra od tijelo vozila, te povećanje aerodinamičnosti vozila, kako bi vozilo imalo što manji otpor prilikom kretanja. Ujedno s time se sprječava neželjeno dizanje snage motora koja donosi povećanu potrošnju i druge aerodinamičke uzroke koji donose nestabilnosti vozila pri velikim brzinama. Vozilo aerodinamičnog izgleda ima presudni utjecaj na potrošnju goriva kroz smanjenje otpora vjetra na vanjski oblik vozila i smanjenje gubitaka povezanih sa zahtjevima za protok zraka i hlađenje motora. Za neke klase automobila, to također može biti vrlo važno za što bolju akceleraciju, te držanje i sposobnosti u zavojima jer sila trenja odnosno otpor značajno raste s porastom brzine vozila. (Shaikh,D. 2018. Električni automobili,Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet,pristupljeno 20.07.2021.)

Aerodinamični dizajn počinje s konceptima vozila na temelju svog oblika i proporcijama gledajući na krajnji izgled, namjenu i potrebni prostor u unutrašnjosti. Kad je vanjski oblik definiran, aerodinamična učinkovitost se zatim parametrira, kao što su kutovi, radijusi kutova i dimenzija. Parametriranjem se mogu postići zamjetna poboljšanja aerodinamičnosti s minimalnim utjecajem na vanjsku estetiku vozila.



Slika 5.1. Ispitivanje aerodinamičnosti automobila u zračnom tunelu.

Izvor: Silux.hr, URL: <https://www.silux.hr/motorsport-vijesti/603/aerodinamika-u-auto-industriji>, pristupljeno 25.07.2021.

Kako dizajn vozila napreduje dalje, aerodinamični paneli, spojleri, deflektori kotača i podvozja pokrivaju većinu dijelova vozila koji su u direktnom dodiru sa udarima vjetra, odnosno smještene su tako kako bi se izvukla najbolja aerodinamična sposobnost. Izazov s kojima se suočavaju proizvođači vozila u svakoj fazi projektiranja je hitna potreba za informacijama o tome kako poboljšati dizajn.(Aerodynamics efficiency,URL: [http://www.exa.com/aerodynamic\\_efficiency.html](http://www.exa.com/aerodynamic_efficiency.html); pristupljeno 16.07.2021.)

Aerodinamičke informacije mogu biti skupe i nepristupne, a zahtijevaju izgradnju detaljnog modela ili prototipa vozila za testiranje u zračnom tunelu. Promjene dizajna u ovom kasnom stadiju razvoja modela su dugotrajne i skupe, jer je teško napraviti znatne izmjene na modelu, ili promijeniti bilo koju površinu tijekom ispitivanja u zračnom tunelu. Prototip koji sudjeluje u parametriranju aerodinamike je glavni čimbenik za nastale troškove razvoja vozila i vremena potrebnog za dizajn vozila. Softverska aerodinamička simulacija mijenja proces razvoja vozila, smanjujući troškove razvoja i vremena potrebnog za dizajniranje.(Kozmar H., Procino L.,Borsani A.,Bartoli G., 2008. Ispitivanja aerodinamičkih svojstava cestovnih vjetrobrana.)

Zbog svoje brzine ima prednost nad fizičkim metodama ispitivanja, jer simulacija može donijeti puno više povratnih informacija o dizajnu u svakoj fazi razvoja, te donosi poboljšanja dizajnerima za inovacije u balansiranju dizajna estetike i aerodinamike. Simulacija je točnija od fizičkog testiranja zbog svoje sposobnosti da hvata i male detalje koji nisu mogli biti prisutni na fizičkom modelu u ranoj fazi projektiranja, a njegova sposobnost je da može simulirati stvarne uvjete na cesti. Fizička ispitivanja mogu dovesti do skupih pogrešaka i kašnjenja zbog problema točnost. Računalna simulacija može smanjiti troškove konačnog vozila otkrivajući poboljšanja dizajna ranijim fazama projektiranja koje ne zahtijevaju dodatne troškove u proizvodnji novih dijelova za nova ispitivanja vozila.

Potreba za točnost i dizajna postavlja visoke zahtjeve na kvalitetu aerodinamičke simulacije. Simulacija mora prikazati mnoge parametre, geometriju vozila, reproducirati realan test u uvjetima kao što su na cesti, rotirajuće kotače i protok zraka kod njihove rotacije, te parametre kao što su turbulencije vjetra. Na aerodinamiku utječu svi elementi vozila kao što su brisači, krovni nosač, zavjesice, spojleri, retrovizori, radio antena i dr. Koeficijent otpora zraka ( $C_d$ ) je uobičajena mjera u konstrukciji vozila koja se odnosi na aerodinamiku vozila. Otpor je sila koja djeluje paralelno i u istom smjeru kao i protok zraka. Kad automobilske tvrtke dizajniraju novo vozilo moraju uzeti u obzir koeficijent otpora uz ostale karakteristike. Smanjenje koeficijent otpora u automobilu poboljšava performanse vozila jer se odnosi na

brzinu i učinkovitost goriva.(Kozmar H., Procino L., Borsani A.,Bartoli G., 2008. Ispitivanja aerodinamičkih svojstava cestovnih vjetrobrana.)

U razvoju električnih vozila od velike je važnosti aerodinamika vozila. Zbog njihovih karakteristika, dometa i trošenja energije, uvelike se radi na poboljšanju dizajna i aerodinamičnosti vozila jer to je ključno za njihov razvoj. Trošenje baterija u električnim vozilima dolazi zbog otpora u aerodinamici i kotrljanju vozila, te materijala kojima se izrađuju vozila. Smanjenjem otpora zraka dolazimo i do smanjenja rada motora, pa time vozilo brže i lakše postiže brzinu što bitno utječe na potrošnju energije.. Gotovo svaki proizvođač vozila pokušava povećati učinkovitost vozila kroz aerodinamiku i korištenje novih materijala. U usporedbi s većinom današnjih vozila na cesti, u budućnosti će ta vozila vjerojatno biti aerodinamična čuda. Mnoge od značajki dizajna se danas razvijaju kako bi se povećala učinkovitost.

## 5.2. Mreža za punjenje električnih vozila

Kupnjom električnih automobila pojedine tvrtke kao što je Škoda, svojim klijentima nude pogodnosti, poput besplatne kućne samostojeće punionice, ukoliko kupite njihovo električno vozilo. Prvi hrvatski lanac postaja za punjenje električnih vozila je Elen. Punjenje vozila je moguće vršiti isključivo putem aplikacije za pametne telefone, na način da se skenira QR kod na punionici ili ručno odabere željena punionica unutar aplikacije.



Slika 5.2. Elen punionica

Izvor: Hep, URL: <https://www.hep.hr/najava-pustanja-u-rad-elen-punionice-u-opatiji/2606>,( pristupljeno 25.07.2021.)

## 6. Utjecaj i doprinos električnih automobila zaštiti okoliša

Električna vozila priznata su od EU komisije te postavljena prilikom posljednjeg izvješća EU Agencije za zaštitu okoliša kao bitan element smanjenja emisija štetnih plinova, pa je i uvođenje istih postavljeno kroz primjenu EU direktiva. Potiču se i subvencioniraju vozila u cijeloj EU kako kroz financijske programe koji se baziraju na principu „onečišćivač plaća“ tako i kroz programe EU fondova koji prate ciljeve država članice koji su postavljeni kroz EU direktive. Ključni propisi koji doprinose razvoju alternativnih ekoloških vozila su: Direktiva o pomicanju i poticanju nabave ekološki učinkovitih vozila, koja obvezuje države članice da prilikom svake nabave moraju bodovati kao ključan parametar ekološki utjecaj vozila a ne najpovoljniju ponudu. Poznato je da su ekološka vozila i skuplja od konvencionalnih pa upravo kroz primjenu pravila te obveznu primjenu „zelene javne nabave“ povećao se značajno i broj električnih vozila. (Shaikh,D. 2018.Električni automobili,Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, pristupljeno 20.07.2021.)

Navedena direktiva je prenesena u RH zakonodavstvo te je za istu izrađen pravilnik za provedbu javne nabave kojeg je izradilo Ministarstvo Gospodarstva. Upravo kako bi jače potakla razvoj električnih vozila EU komisija 22 listopada 2014 donosi direktivu 2014/94 EU VIJEĆA I EU PARLAMENTA o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva. Cilj ove direktive je postaviti obvezne ciljeve državama članicama za postizanje ciljeva uspostave mreže punionica koje su nužne za uspostavu infrastrukture za električna vozila, tekući vodik te vozila na stlačeni prirodni plin. 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. Ovom se Direktivom utvrđuju se 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. „Alternativna goriva“ predstavljaju goriva ili izvore 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. Između ostalog uključuju: električnu energiju, vodik, biogoriva.

Prema Direktivi 2009/28/EZ,

- sintetička i parafinska goriva,
- prirodni plin, uključujući bioplin, u plinovitom (stlačeni prirodni plin – SPP) i ukapljenom obliku (ukapljeni prirodni plin – UPP), te
- ukapljeni naftni plin (UNP) [26,27,28,29,30,31].

„Električno vozilo“ znači motorno vozilo opremljeno sustavom za prijenos snage koje sadrži barem jedan neperiferni električni uređaj kao pretvornik energije s električnim sustavom za pohranu energije s mogućnošću ponovnog punjenja, koji je moguće puniti eksterno.

1. Mjesto za punjenje znači sučelje putem kojeg je u danom trenutku moguće puniti jedno električno vozilo ili zamijeniti bateriju jednog električnog vozila.

2. „Mjesto za punjenje male snage“ znači mjesto za punjenje koja omogućuje transfer električne energije na električno vozilo snage jednake ili manje od 22 kW, osim uređaja snage manje ili jednake 3,7 kW koji su instalirani u privatnim kućanstvima ili čija primarna namjena nije punjenje električnih vozila te koji nisu dostupni javnosti.

3. „Mjesto za punjenje visoke snage“ znači mjesto za punjenje koje omogućuje transfer električne energije na električno vozilo snage veće od 22 kW.

4. „Opskrba električnom energijom s kopna“ znači opskrba električnom energijom s kopna, putem standardiziranog sučelja, morskog plovila ili plovila na unutarnjim vodnim putovima koje se nalazi na privezu.

5. „Javno dostupno mjesto za punjenje ili opskrbu“ znači mjesto za punjenje ili opskrbu na kojoj se pruža opskrba alternativnim gorivom i koja korisnicima širom Unije omogućuje nediskriminirajući pristup. Nediskriminirajući pristup može uključivati različite mogućnosti autentifikacije, uporabe i plaćanja.

6. Mjesto za opskrbu znači objekt za opskrbu bilo kojim gorivom, uz iznimku UPP-a, putem fiksne ili mobilne instalacije; „Mjesto za opskrbu UPP-om znači objekt za opskrbu UPP-om koji se sastoji bilo od fiksnog ili mobilnog objekta, objekta na moru ili drugih sustava.



7. Sva javno dostupna mjesta za punjenje korisnicima električnih vozila također pružaju mogućnost punjenja na ad hoc osnovi bez sklapanja ugovora s dotičnim opskrbljivačem električnom energijom ili operatorom.

8. Države članice osiguravaju da su cijene koje naplaćuju operatori javno dostupnih mjesta za punjenje opravdane, lako i jasno usporedive, pregledne i ne diskriminirajuće.

9. Države članice osiguravaju da operatori distribucijskog sustava na ne diskriminirajućoj osnovi surađuju sa svakom osobom koja postavlja ili upravlja javno dostupnim mjestima za punjenje.

10. Države članice EU osiguravaju da je pravnim okvirom dopušteno da opskrba električnom energijom mjesta za punjenje bude predmetom ugovora s opskrbljivačem koji ne mora biti subjekt koji električnom energijom opskrbljuje kućanstvo ili građevinu u kojem je smješteno takvo mjesto za punjenje.

11. Ne dovodeći u pitanje Uredbu (EU) br. 1025/2012, Unija poduzima potrebne radnje kako bi odgovarajuće organizacije za normizaciju razvijale europske norme s detaljnim tehničkim specifikacijama za mjesta za bežično punjenje i zamjenu baterija za motorna vozila te za mjesta za punjenje motornih vozila kategorije L i električnih autobusa.

12. Komisija je ovlaštena donositi delegirane akte kako bi zahtijevala usklađenost infrastrukture, koju treba postaviti ili obnoviti, s tehničkim specifikacijama sadržanima u europskim normama koje treba razviti na temelju preporuka i izbjeći samo jedno tehničko rješenje.

Posebno je važno da Europska komisija slijedi svoju uobičajenu praksu i prije donošenja navedenih delegiranih akata provede savjetovanja sa stručnjacima, uključujući stručnjake država članica. Navedenim se delegiranim aktima osiguravaju prijelazna razdoblja od najmanje 24 mjeseca prije nego što u njima sadržane tehničke specifikacije ili izmjene tih specifikacija postanu obvezujuće za infrastrukturu koju treba postaviti ili obnoviti.

U svojoj Komunikaciji od 3. ožujka 2010. pod nazivom „Europa 2020.: Strategija za pametan, održiv i veliki rast, Komisija ima za cilj jačanje konkurentnosti i sigurnosti opskrbe energijom putem učinkovitije uporabe resursa i energije. U bijeloj knjizi Komisije od 28. ožujka 2011. pod naslovom „Plan za jedinstveni europski prometni prostor – ususret konkurentnom prometnom sustavu u kojem se učinkovito gospodari resursima“ poziva se na smanjivanje ovisnosti prometnog sustava o nafti. To treba ostvariti pomoću niza političkih

inicijativa, uključujući razvoj održive strategije za alternativna goriva, kao i razvojem pripadajuće infrastrukture. U bijeloj knjizi Komisije također se predlaže smanjenje emisija stakleničkih plinova u prometu za 60 % do 2050., u usporedbi s razinama iz 1990. Direktivom 2009/28/EZ Europskog parlamenta i Vijeća postavlja se kao cilj 10-postotni tržišni udio energije. (Birin I., 2017, Primjena električnih vozila u gradskom prometu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti.)

Na temelju savjetovanja s dionicima i nacionalnim stručnjacima te na podlozi stručnog znanja koje je odraženo u Komunikaciji Komisije od 24. siječnja 2013. pod nazivom „Čista energija za promet“: europska strategija za alternativna goriva kao trenutačno najvažnija alternativna goriva s potencijalom za dugoročno nadomještanje nafte utvrđeni su električna energija, vodik, biogoriva, prirodni plin i ukapljeni naftni plin (UNP), također s obzirom na mogućnost njihove istovremene i kombinirane uporabe, primjerice, pomoću sustava tehnologije dvojnog goriva.

Izvori energije znače sve alternativne izvore energije za promet, kao što su električna energija i vodik koji se ne moraju oslobađati izgaranjem ili oksidacijom bez izgaranja. Ne dovodeći u pitanje definiciju alternativnih goriva iz posljednje Direktive, trebalo bi uzeti u obzir postojanje dodatnih vrsta čistih goriva koja mogu predstavljati potencijalnu alternativu fosilnim gorivima. Pri odabiru novih vrsta alternativnih goriva u obzir bi trebalo uzeti obećavajuće rezultate istraživanja i razvoja. Norme i zakonodavstvo trebalo bi formulirati bez davanja prednosti bilo kojoj određenoj vrsti tehnologije kako se ne bi ometao daljnji razvoj u smjeru alternativnih goriva i nositelja energije.

U izvješću skupine na visokoj razini CARS 21 od 6. lipnja 2012. navedeno je da nepostojanje usklađene infrastrukture za alternativna goriva širom Unije ometa uvođenje vozila na alternativna goriva na tržište i odgađa koristi koje bi ta vozila imala za okoliš.

U svojoj Komunikaciji od 8. studenoga 2012. pod naslovom „Akcijski plan CARS 2020 za kompetitivnu i održivu automobilsku industriju u Europi“ Komisija je preuzela glavne preporuke iz izvješća skupine na visokoj razini CARS 21 te je predstavila akcijski plan koji se na njima zasniva.

Ova je Direktiva jedno od ključnih djelovanja u pogledu infrastrukture za alternativna goriva koja je najavila Komisija. Trebalo bi izbjeći rascjepkavanje unutarnjeg tržišta uzrokovano neusklađenim uvođenjem alternativnih goriva na tržište. Usklađeni okviri politike svih država članica trebali bi stoga omogućiti dugoročnu sigurnost potrebnu za privatna i

javna ulaganja u tehnologiju vozila i goriva te izgradnju infrastrukture radi ostvarivanja dvostrukog cilja: smanjenja ovisnosti o nafti i ublažavanja utjecaja prometa na okoliš.

Države članice trebale bi stoga uspostaviti nacionalne okvire politike unutar kojih se u glavnim crtama navode nacionalni pojedinačni i skupni ciljevi te djelovanja potpore za razvoj tržišta u pogledu alternativnih goriva, uključujući postavljanje potrebne infrastrukture koju treba izgraditi, u bliskoj suradnji s regionalnim i lokalnim tijelima vlastima te industrijom na koju se to odnosi, istovremeno uzimajući u obzir potrebe malih i srednjih poduzeća.

Države članice trebale bi, prema potrebi, surađivati sa susjednim državama članicama na regionalnoj ili makro-regionalnoj razini putem savjetovanja ili zajedničkih okvira politike, posebno kada je potrebna neprekinuta prekogranična pokrivenost infrastrukturom za alternativna goriva ili kada je potrebno izgraditi novu infrastrukturu u blizini nacionalnih granica, uključujući različite mogućnosti osiguravanja ne diskriminirajućeg pristupa mjestima za punjenje i opskrbu. Države članice bi međusobnom suradnjom, a Komisija procjenama i izvješćivanjem trebale podupirati koordinaciju navedenih nacionalnih okvira politike i njihovu međusobnu usklađenost na razini Unije. Potreban je usklađen pristup kako bi se zadovoljile dugoročne potrebe za energijom u svim vrstama prometa. Politike bi se posebno trebale temeljiti na uporabi alternativnih goriva, s naglaskom na posebnim potrebama svake vrste prometa. Pri izradi nacionalnih okvira politike trebalo bi uzimati u obzir potrebe različitih vrsta prometa koje postoje na državnom području država članica, uključujući one za koje su dostupne ograničene alternative fosilnim gorivima. U skladu s Uredbom (EU) br. 1316/2013 Europskog parlamenta i Vijeća, razvoj novih tehnologija i inovacija, posebno u vezi s dekarbonizacijom prometa, prihvatljiv je za financiranje Unije. (Birin I., 2017. Primjena električnih vozila u gradskom prometu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti).

Tom se Uredbom također predviđa odobravanje dodatnog financiranja za djelovanja kojima se iskorištavaju sinergije između barem dva sektora obuhvaćena njome (odnosno promet, energetika i telekomunikacije). Naposljetku, Koordinacijski odbor za Instrument za povezivanje Europe (CEF) pomaže Komisiji pri usklađivanju programa rada s ciljem omogućavanja višesektorskih poziva na podnošenje prijedloga, u nastojanju da se u cijelosti iskoriste moguće sinergije među tim sektorima. CEF bi stoga trebao doprinijeti postavljanju infrastrukture za alternativna goriva. Okvirnim programom Obzor 2020., koji je osnovan Uredbom (EU) br. 1291/2013 Europskog parlamenta i Vijeća također će se osigurati potpora istraživanjima i inovacijama koja se odnose na vozila na alternativna goriva i povezanu infrastrukturu, posebno u okviru društvenog izazova „Pametna, ekološki i integrirani promet“.

Taj posebni izvor financiranja također bi trebao doprinijeti razvoju infrastrukture za alternativna goriva te bi ga u cijelosti trebalo smatrati dodatnom prigodom za osiguravanje održivog tržišta mobilnosti u cijeloj Uniji. Kako bi se pokrenula ulaganja u održivi promet i poduprlo postavljanje neprekinute mreže infrastrukture za alternativna goriva u Uniji, Komisija i države članice trebale bi podupirati nacionalne i regionalne razvojne mjere u tom području. Trebale bi poticati razmjene najbolje prakse u vezi s postavljanjem infrastrukture za alternativna goriva i upravljanje njome između lokalnih i regionalnih razvojnih inicijativa te bi u tu svrhu trebale promicati uporabu sredstava iz europskih strukturnih i investicijskih fondova, a posebno Europskog fonda za regionalni razvoj i Kohezijskog fonda.

Smjernicama za transeuropsku prometnu mrežu (TEN-T) ukazuje se na to da alternativna goriva, barem djelomično, služe kao nadomjestak za izvore fosilnih goriva u opskrbi prometa energijom, doprinose njihovoj dekarbonizaciji i poboljšavaju okolišnu učinkovitost prometnog sektora. U smjernicama TEN-T-a je u vezi s novim tehnologijama i inovacijama utvrđeno da TEN-T treba omogućiti dekarbonizaciju svih oblika prometa poticanjem energetske učinkovitosti kao i uvođenjem alternativnih pogonskih sustava i osiguravanjem odgovarajuće infrastrukture. U smjernicama TEN-T-a također je utvrđeno da se raspoloživost alternativnih goriva mora osigurati u lukama unutarnjih voda i morskim i zračnim lukama te na cestama osnovne mreže uspostavljene Uredbom (EU) br. 1315/2013 Europskog parlamenta i Vijeća, financiranje TEN-T-a, omogućena je dodjela bespovratnih sredstva za postavljanje navedenih novih tehnologija i inovacija u okviru osnovne mreže, uključujući za infrastrukturu za alternativna čista goriva.

Osim toga, za postavljanje infrastrukture za alternativna čista goriva u široj cjelovitoj mreži moći će se primati financijska pomoć iz CEF-a u obliku javne nabave i financijskih instrumenata, kao što su projektne obveznice. Nepostojanje usklađenog razvoja infrastrukture za alternativna goriva širom Unije sprečava razvoj ekonomija obujma na strani ponude i mobilnosti na strani potražnje širom Unije. Potrebno je izgraditi nove infrastrukturne mreže, poput onih za električnu energiju, prirodni plin, ukapljeni prirodni plin (UPP) i stlačeni prirodni plin (SPP) i, prema potrebi, vodik.

Važno je uzeti u obzir različite stupnjeve razvoja tehnologije i s njom povezane infrastrukture za svako gorivo, uključujući pripremljenost poslovnih modela za privatne ulagače te raspoloživost i prihvatljivost alternativnih goriva za korisnike. Trebalo bi osigurati tehnološku neutralnost, a nacionalni okviri politike trebali bi na odgovarajući način uzeti u obzir zahtjev za potporu komercijalnom razvoju alternativnih goriva.

Osim toga, pri izradi nacionalnih okvira politike trebalo bi uzeti u obzir gustoću stanovništva i zemljopisna obilježja. Električna energija i vodik su izvori energije posebno pogodni za uvođenje električnih vozila na gorivne članke i vozila kategorije L u gradskim/prigradskim aglomeracijama i drugim gusto naseljenim područjima, koji mogu doprinijeti poboljšanju kvalitete zraka i smanjenju buke. Elektromobilnost je važan doprinos ispunjavanju ambicioznih klimatskih i energetske ciljeva Unije za 2020. Direktiva 2009/28/EZ, koju su države članice prenijele u nacionalna zakonodavstva do 5. prosinca 2010., postavlja obvezujuće ciljeve za sve države članice u odnosu na udio energije iz obnovljivih izvora s ciljem postizanja do 2020. cilja Unije od najmanje 20 % udjela energije iz obnovljivih izvora i cilja da se 10 % udjela energije iz obnovljivih izvora upotrebljava posebno u prometnom sektoru.

Elektroenergetska infrastruktura na kopnu može služiti kao izvor čiste energije za pomorski promet i promet na unutarnjim vodnim putovima, a posebno u morskim lukama i lukama unutarnjih voda u kojima je kvaliteta zraka niska ili razina buke visoka. Električna energija s kopna može doprinijeti smanjenju utjecaja morskih brodova i plovila na unutarnjim vodnim putovima na okoliš. Opskrbom električnom energijom aviona u mirovanju u zračnim lukama može se smanjiti potrošnja goriva i buka, poboljšati kvalitetu zraka i smanjiti utjecaj na promjenu klime. Države članice stoga bi trebale osigurati da se u njihovim nacionalnim okvirima politike razmotri potreba za instaliranjem priključaka za opskrbu električnom energijom u zračnim lukama.

## 7. Primjena i utjecaj u budućnosti

Danas je tema zagađenja okoliša prisutnija nego ikada, te se upravo to zagađenje pokušava smanjiti na razne načine. Uvođenjem električnih vozila, te poticanjem održive mobilnosti, želi se unaprijediti prometni sustav, odnosno smanjiti štetne emisije u istom. Ljudi su ranije imali više averzija prema kupovini električnih automobila, no danas s dobrim marketingom, većom edukacijom i poticajima država, pokušava se stati na kraj etiketiranju električnih vozila kao nedostatnima konvencionalnim vozilima. Ljudi također smatraju da se sa električnim vozilima ne može proći velika udaljenost, te da su troškovi održavanja veći. Danas svi proizvođači pokušavaju produžiti vijek trajanja baterije tokom vožnje, te unaprijediti iskustvo vožnje, učiniti električne automobile sigurnima, te ugodnima za korištenje. Upravo zato, sve se više ljudi odlučuje kupiti električno vozilo, time smanjiti troškove goriva, te pomoći smanjenju zagađenja okoliša u svijetu.

Dug niz godina proizvodit će se automobili koji će koristiti konvencionalni klipni motori na benzinsko i dizelsko gorivo, posebice kod hibridnih vozila, koji će zadovoljavati ekološke standarde, ali će njihov broj u budućnosti opadati. Jedna takva studija procjene Global share of Hibrid & Electric vehicles, govori o razvoju baterijskih i hibridno električnih vozila, te kakav će porast imati u budućnosti. Oni navode da se mogu procijeniti dvije značajne faze, odnosno rast hibridnih i električnih vozila i pored visoke cijene baterija, te faza prilagodbe velikih razmjera uz pad cijena baterija. Također se može procijeniti najveći gradijent uvođenja samovoznih automobila od 2025. do 2030. godine. (Global share of Hybrid & Electric vehicles, AltiGreen Drive electric, URL: <https://altigreen.com/news/>, pristupljeno: 26.09.2021.)

Danas električni pogon vozila daje dosta dobre performanse, a vožnja je jeftinija u odnosu na druga vozila. Istosmjerna struja baterija pretvara se u izmjeničnu struju za pokretanje trofaznih elektromotora koji pokreću kotače, dok se hibridno električna vozila prepoznaju kao štedljiva vozila, koja kombinirano koriste struju i fosilno gorivo. U razvoju električnih vozila, velika pažnja se posvećuje smanjenju mase i povećanju kapaciteta baterija. Karoserija je izrađena od kompozitnog materijala, a podvozje od aluminijskog materijala. (Mikulić et al., 2020).

Nedostatak električnih vozila u današnjici je zasigurno njihova kratka autonomija s jednim punjenjem baterija te infrastruktura za brzo punjenje. Međutim, procjenjuje se da će razvoj infrastrukture riješiti te probleme u slijedećem desetljeću, što će pridonijeti razvoju

urbanog prometa i kvaliteti života. Paralelno s razvojem električnih vozila razvijaju se i stanice za punjenje električnih vozila na temelju čistih i obnovljivih izvora energije, energije sunca i energije vjetra, koje neće opterećivati postojeću mrežu. Stanice će sunčevu energiju pohraniti u baterije koje će se zatim koristiti za punjenje električnih vozila. Također, dijelovi karoserije će poslužiti kao paneli za punjenje baterija.

Kada bi se električna vozila brže punila zasigurno bi porastao i broj korisnika istih. Iz tih razloga počeli su se razvijati brzi punjači koji omogućuju punjenje vozila unutar sat vremena. Klasifikacija brzih punjača istosmjernom i izmjeničnom strujom, gdje su punionice mogu se podijeliti u pet razina ovisno o maksimalnoj dostupnoj snazi i vrsti struje. Razine se mogu podijeliti na (Lee, Clark, 2018):

- razina 1 – izmjenična struja do 1.4 kW
- razina 2 standardna– izmjenična struja do 6.6 kW i maksimalna – izmjenična struja do 19.2 kW
- razina 3 – istosmjerna struja do 50 kW
- razina 4 – istosmjerna struja do 150 kW, te
- razina 5 – istosmjerna struja do 350 kW.

Većina trenutno dostupnih punjača istosmjernom strujom je razine 3, odnosno do 50 kW, dok razina 5 još nije komercijalno dostupna zbog iznimnih infrastrukturnih zahtjeva, ali i zbog činjenice da trenutno dostupna električna vozila ne podržavaju punjenje baterija pomoću punjača tako velikih snaga. Da bi se napunile baterije prosječnog kapaciteta od 37 kWh, potrebno je 26 sati i 26 minuta na punjaču razine 1, 5 sati i 36 minuta na punjaču razine 2 (standardni), 1 sat i 55 minuta na punjaču razine 2 (maksimalni), 44 minute na punjaču razine 3, 15 minuta na punjaču razine 4, te samo 6 minuta na punjaču razine 3. (Lee, Clark, 2018)

## **7.1. Kapacitet baterija u budućnosti**

Kapacitet baterija u budućnosti zasigurno će se promijeniti. Količina energije pohranjene u bateriji automobila utječe na raspon autonomije električnih vozila. Raspoloživa energija pohranjena u bateriji proizvođača automobila Tesla iznosi 100 kWh, što je čini vodećom na tržištu električnih automobila. Degradacija baterije raste eksponencijalno s njezinim potpunim pražnjenjem. Primjerice, manja baterija koja se u potpunosti prazni traje

jednu desetinu broja ciklusa punjenja u usporedbi s većom baterijom koja radi do pola svojega kapaciteta te se nakon toga puni. Pražnjenje baterije od 100% do 0% kapaciteta štetno utječe na obnovljivost kapaciteta baterije, dok je rad između 80% i 30% kapaciteta (50% ukupnog raspona) idealno za produljenje trajnosti baterije. Slična karakteristika baterije vrijedi kada je u pitanju stanje napunjenosti, koja se odnosi na količinu energije pohranjene u bateriji u postotku ukupnog kapaciteta. Tesla potiče korisnike da u normalnoj uporabi drže stanje napunjenosti oko 80%. To je zbog kemije litijske baterije koja može imati 1000 ciklusa punjenja prije nego što kapacitet padne ispod 75%. (A Brief Review of Current Lithium Ion Battery Technology and Potential Solid State Battery Technologies, URL: <https://arxiv.org/abs/1803.04317>, pristupljeno: 26.09.2021.)

Kada se govori o budućnosti baterije za električna vozila može se špekulirati s raznim podacima, te donijeti pretpostavke da će se u budućnosti baterije uvelike unaprijediti. Jedan od većih problema, odnosno nedostataka izrade baterije, je upravo taj da kako bi se baterija mogla proizvesti, potrebno je mnogo energije, te se za proizvodnju iste najčešće koriste fosilna goriva, te neetično prikupljeni materijali.

Proizvodnja baterija zapravo je štetna za okoliš i ozon zbog emisije ugljika, dok je izvlačenje minerala upotrebljenih u baterijama povezano s kršenjem ljudskih prava poput dječjeg rada. Kako bi se litij-ionske baterije proizvele za električna vozila, potrebno je puno energije, a tvornice su ponajviše smještene u Kini, Južnoj Koreji, i Japanu, gdje se energija stvara sagorijevanjem ugljena i drugih fosilnih goriva. Svjetski proizvođači automobila ulažu milijarde dolara u povećanje proizvodnje električnih vozila, ne razmišljajući kako su te baterije proizvedene. Njemački auto-moto gigant Volkswagen planira povećati godišnju proizvodnju električnih vozila, na 3 milijuna do 2025. godine, od 40.000 koliko su proizveli u 2018. Upravo iz tog razloga pokušava se kroz razne inovacije osmisli bateriju koja će biti etična i ekološki prihvatljiva u idućih pet godina te da u međuvremenu otkriju koliko se u proizvodnji emitira ugljika i da lanci nabave minerala budu objavljeni. Također, nedavno su nevladine organizacije usprotivile planovima Londonskog tržišta metala (LME) da zabrani kobalt koji je rezultat kršenja ljudskih prava. Umjesto zabrane kobaltnih brendova, LME bi trebao surađivati s tvrtkama koje ih proizvode kako bi se osigurala odgovorna proizvodnja. (Amnesty International: Proizvodnja baterija za električna vozila štetna za okoliš, URL: <https://www.civilnodrustvo.hr/amnesty-international-proizvodnja-baterija-za-elektricna-vozila-stetna-za-okolis/>, pristupljeno: 26.09.2021.)



Kada se govori o razvoju baterija za električna vozila i njihovoj primjeni u budućnosti, može se spomenuti analizu podataka i savjetovanje tvrtke GlobalData. Naime navedena tvrtka predviđa kako će do 2025. godine električni automobili činiti 25% prodaje svih novih automobila. Do godine 2030. tržište litij-ionskih baterija dosegnuti će 100 milijardi dolara, te će se uvesti čvrste baterije u masovna električna vozila koja omogućuju veći domet, brže vrijeme punjenja i veću sigurnost. (Ovo je sve što trebate znati o povijesti i budućnosti baterija u električnim vozilima, URL: <https://www.autopress.hr/ovo-je-sve-sto-trebate-znati-o-povijesti-i-buducnosti-baterija-u-elektricnim-vozilima/>, pristupljeno: 26.09.2021.)

## **7.2. Cijena baterija u budućnosti**

Kada se govori o cijeni baterija, danas ona nije previše jeftina, te su trškovi samih sirovina za njenu izradu dosta visoki. Daljnjim istraživanje procjenjuje se da pasti cijena sirovine i doći će do pada proizvodnih troškova do 2030 godine. Gustoća energije odnosi se na količinu energije koja se može pohraniti za određenu težinu ili volumen, a prikazuje se u watt satu po kilogramu. Jeftinije baterije većeg kapaciteta i razvoj javnih stanica za punjenje je ključno za razvoj električnih vozila. Prognoze ukazuju na smanjenje baterijskih troškova 73% do 2030 godine. Očekuje se skoro dvostruko povećanje gustoće energije koja se može pohraniti u baterije. Osim niske gustoće energije, visoka cijena je također jedan od negativnih aspekata korištenja baterija. Cijena baterije po kWh 2010. godine bila je 1000 američkih dolara, dok danas ona iznosi oko 300 američkih dolara po kWh, te bi trebala pasti na 200 američkih dolara po kWh do 2030. godine (Offer et al., 2009)

Većina današnjih proizvođača baterija za električne automobile daje garancije na baterije između 100.000 i 250.000 kilometara, što znači da se mogu koristiti okvirno 6 do 8 godina. Kineski proizvođač Contemporary Amperex Technology dobavljač je baterija za Tesla Model 3, čiji klijenti su i BMW, Daimler, Honda, Toyota, Volkswagen i Volv, te je on nedavno započeo serijsku proizvodnju baterija čiji će životni vijek iznositi 2 milijuna kilometara, odnosno oko 16 godina. Cijena takvih baterija danas je nešto viša, no napretkom će se cijena korigirati. Samim razvojem baterija njihova cijena pada s obzirom da se sve veći broj ljudi odlučuje na kupnju električnih vozila. (Baterija za električne automobile od 2 milijuna, URL: <https://www.vidi.hr/Pop-Tech/Baterija-za-elektricne-automobile-od-2-milijuna-km>, pristupljeno: 26.09.2021.)

### **7.3. Životni vijek baterija za električna vozila u budućnosti**

Kao što je prethodno navedeno, neki proizvođači su krenuli s produživanjem garancije na baterije električnih vozila. Tako je i Frank Blome, jedan od vodećih ljudi grupe Volkswagen dodao da je cilj da baterije u vozilima i nakon 8 godina korištenja, odnosno 160.000 prijeđenih kilometara i dalje mogu svojim korisnicima ponuditi minimalno 70% kapaciteta. Blome je rekao i da su njihova vozila ustvari automobili napravljeni oko baterija te da im to omogućuje postizanje autonomije od oko 550 km i to po pristupačnim cijenama. Rekao je i da će baterije biti dugovječnije ako se pune normalnom brzinom, a ne putem brzih punjača. Također, rekao je i da će na vijek trajanja povoljnije utjecati ako se baterije pune do otprilike 80% kapaciteta, a ne do 100%.(Volkswagen – baterije će trajati cijeli životni vijek električnog, URL: <https://www.autonet.hr/aktualno/vijesti/volkswagen-baterije-ce-trajati-cijeli-zivotni-vijek-elektricnog-automobila/>, pristupljeno: 27.09.2021.)

### **7.4. Porast prodaje električnih vozila u budućnosti**

U budućnosti se predviđa porast ukupne količine proizvedenih automobila u svijetu, sukladno studiji Scaling up the transition to electric mobility. Globalna proizvodnja će sa sadašnjih 90 milijuna vozila dostići 170 milijuna vozila. Može se zaključiti da će električna i hibridna, odnosno autonomna vozila zajedno imati dominantan utjecaj na promet i kvalitetu života. Puno manji utjecaj imaju Električna vozila na gorive ćelije.(Scaling up the transition to electric mobility, URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>, pristupljeno: 26.07.2021.)

U Europskoj uniji sve je veća prisutnost električnih automobila. Tomu su zaslužne regulative koje ograničavaju emisije štetnih plinova. Sljedeće godine svaki sedmi automobil prodan u EU trebao bi biti elektrificiran, no kako bi se trend nastavio EU mora povećavati restrikcije na emisije Europska neovisna stručna skupina za čišći transport, Transport & Environment, objavila je svoju analizu europskog tržišta električnih automobila. U njoj je vidljivo kako je prodaja e-vozila u Europskoj uniji bila u porastu i tijekom prethodne godine, unatoč pandemiji i usporavanju gospodarstva. Kao glavni uzrok tome vide nove propise kojima se sve ambicioznije ograničava emisije štetnih plinova. Prethodne godine je tako otprilike svaki deseti automobil prodan u Europskoj uniji bio 100% električni ili plug-in hibrid. Trend se nastavio i u 2021. godini. S novim regulativama EU već su se uskladili PSA Grupa, BMW, Volvo te zajedničkim snagama FCA grupa i Tesla. S druge strane, Renault,

Nissan, Ford te zajednički gledano Toyota i Mazda vrlo su blizu ostvarenju cilja u pogledu prosječne emisije novih automobila na tržištu Unije. Svi oni imaju određene planove za ubranu elektrifikaciju i primjetno je da im prodaja u e-segmentu ili raste ili bi uskoro trebala početi rasti. Ono što zabrinjava analitičare jest veliki porast popularnosti SUV-ova, vozila koja u principu ispuštaju natprosječno više štetnih plinova, a čiji je udio u prodaju u EU porastao na čak 39% u prvoj polovici prethodne godine. Stoga, kako bi se pozitivan trend smanjenja emisija i elektrifikacije prijevoza nastavio, preporuča se daljnje “stezanje” regulative, postavljanje još ambicioznijih ciljeva te smanjenje dopuštenih prosječnih emisija po proizvođaču u razdoblju od 2025. do 2030. godine.(Prodaja električnih vozila u EU će se ove godine utrostručiti, URL:<https://elvonet.com/elektricni-automobili-hibridni-automobili/prodaja-elektricnih-vozila-u-eu-ce-se-ove-godine-utrostruciti/>,pristupljeno: 26.09.2021.)

## **8. Primjena električnog vozila u konceptu „Smart city“**

Kroz daljnji dio ovog završnog rada biti će detaljnije objašnjena primjena električnog vozila u konceptu „Smart city“<sup>10</sup>, odnosno u „car sharing“ modelu kao jednom od osnovnih značajki pametnog grada. Električno vozilo, odnosno automobil u sklopu „car sharinga“, samo po sebi se nameće kao logičan izbor kada je u pitanju rješenje prometnog, odnosno transportnog problema u gradovima koji teže „Smart city“ konceptu. Razlog tome je ponajprije želja za smanjenjem emisije stakleničkih plinova, samim time i smoga, u velikim gradovima i užim gradskim središtima, tu se korištenje električnih vozila savršeno uklapa i predstavlja jedini logičan odabir. (Birin Ivana, 2017., Primjena električnih vozila u gradskom prometu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti)

Kako je poznato električna vozila u svome radu ne ispuštaju štetne stakleničke plinove jer za pogon koriste isključivo elektromotore, za razliku od klasičnih vozila pokretanih motorima s unutarnjim sagorijevanjem. Još jedna od značajnih prednosti električnih vozila u odnosu na ona pokretana benzinskim ili dizelskim motorima je izrazito niska razina buke, odnosno niska razina zagađenja okoliša bukom. Razlog tomu je ne postojanje bučnog motora s unutarnjim sagorijevanjem i pripadajućeg ispušnog sustava koju su najveći onečišćivači okoliša bukom u današnjim gradovima. Jedino što stvara buku kod električnih vozila je kotrljanje kotača te zvuk otpora zraka, oba pri kretanju, što znači da je električno vozilo u mirovanju ni na koji način ne onečišćuje svoju okolinu. No, postoji i nedostatak „bešumnosti“ električnih vozila, a to je rizik koji ona predstavljaju za pješake koji ih ne mogu čuti. Dodatne prednosti električnih vozila za njihovo korištenje unutar car sharing modela u pametnim gradovima su: jednostavnije i jeftinije održavanje, pouzdaniji motori i prateći sustavi, jeftinija i dostupnija energija u vidu električne struje i dr. Punjenje električnih vozila moguće je na bilo kojem mjestu i u bilo koje vrijeme, a stanice za brzo punjenje skraćuju vrijeme potrebno za punjenje baterija čineći time električna vozila još fleksibilnijima i dostupnijima širokom krugu korisnika.

### **8.1. Smart City koncept**

Koncept pametnoga grada (eng. Smart City concept) još nema definiciju s kojom se svi slažu te je i dalje širok pojam vezan uz različita gledišta s kojih se pristupa toj tematici. Kao je koncept pametnoga grada izuzetno širok pojam ne može se svesti samo na tehnološku

komponentu, već mora uključiti i institucionalnu te društveno-kulturološku perspektivu. Procjena inteligencije, kao i procjena koliko neki grad odgovara konceptu pametnoga grada, ovisi o karakteristikama i specifičnosti samoga grada te je velikim dijelom uvjetovana gledištem onoga koji provodi tu procjenu. Svakako su važni mehanizmi mjerenja (kvalitativni i kvantitativni pokazatelji), ali je nužno tim pokazateljima obuhvatiti relevantne varijable te voditi računa o posebnostima i specifičnostima područja: društvenim, ekonomskim, kulturološkim i tehnološkim razmatranog područja. To je na određeni način povezano sa šest temeljnih elemenata inteligencije grada koje su 2007. definirali Giffinger i suradnici:

1. gospodarstvo,
2. stanovništvo,
3. mobilnost,
4. upravljanje,
5. okoliš,
6. življenje ljudi.

Međutim, manje ili više svaki je od tih elemenata uvjetovan vrstom i kvalitetom tehnologija i rješenja koji su predloženi ili prihvaćeni za određeni grad. Odabir tehnologija ovisi o potrebnim resursima, a posebice korisnika resursa. Postoje tehnologije usmjerene samo na ograničene i elitne društvene skupine i one druge koje žele učiniti pametnim cijeli grad. Načelno bi se mogao prihvatiti koncept pametnog grada koji podrazumijeva prostor na kojem je planirano savjesno korištenje ljudskim i prirodnim potencijalima i resursima, kojima se na odgovarajući način upravlja i povezuje s pomoću brojnih ICT-tehnologija koje su već dostupne.

Time se stvaraju osnove za izgradnju ekosustava koji je u mogućnosti najbolje iskoristiti potencijale i resurse te pružiti povezane i sve inteligentnije usluge. Potporni stupovi na kojima se temelji razvoj neke pametne zajednice mnogostruke su: mobilnost, okoliš i energija, kvaliteta izgradnje i održavanja, gospodarstvo i mogućnost privlačenja talenata i ulaganja, sigurnost građana i infrastruktura gradova, sudjelovanje i uključenost građana. (Carsharing, URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Carsharing>, pristupljeno 20.09.2021.)

Neizostavni su preduvjeti širenja povezanost i digitalizacija komunikacije i usluga. Tako ostvareni koncept pametnog grada ističe važnost ICT-a za stvaranje ekosustava grada. Tu se značajnom pokazuje i uloga električnih vozila kao jednih od nositelja koncepta pametnog grada kroz razne „car sharing“ modele i slične programe.

## 8.2. „Car sharing“ model

Car sharing je izraz koji se koristi za opisivanje programa "otvorenih" pristupnih vozila koja se mogu "dijeliti" te su u pravilu namijenjena za povremeni prijevoz u slučaju da je korisniku potreban automobil. Programe ovakvog tipa karakteriziraju sljedeća obilježja: organizirana i registrirana skupina sudionika, jedan ili više zajedničkih vozila, rezervacije vozila unaprijed, najam za kratke vremenske intervale (od jednog sata ili manje), olakšan pristup vozilu, financijska naknada za korištenje vozila i dr. Car sharing se definira kao organizirana kratkoročna posudba automobila u najma po programu u kojem prethodno odobreni članovi imaju pristup različitim vozilima koja su strateški postavljena na nekoliko određenih lokacija. (Carsharing, URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Carsharing>, pristupljeno 20.09.2021.)

Glavne odlike car sharing sustava su da se automobil može koristiti kad god se želi i za koju god potrebu ga korisnik želi koristiti. Druga bitna odlika car sharing modela je članstvo. Car sharing se razlikuje od tradicionalnih rent-a-car usluga, s obzirom na svoje organizacijske aspekte:

- korisnici su članovi kluba, te im se unaprijed odobrava da budu primljeni u program;
- rezervacije, vožnja, te povratak vozila je samoposlužni;
- mjesta za vozila su raspoređena na cijelom području usluga, a često se nalaze i na mjestima s pristupom javnom prijevozu;
- car sharing vremenski okvir je 24h na dan, te nije ograničen na radno vrijeme;
- vozila se mogu iznajmiti po minuti i po satu, ne samo po danu, kao s uslugom najma automobila te;
- troškovi osiguranja i goriva, ponekad i parkinga su uvijek uključeni u cijenu.

Car sharing model se može smatrati kao alternativa prometnom modelu koja nudi moguće rješenje u svijetu koji se mijenja ovisno o rastućoj ekonomiji i populaciji u kojima postoji sve veća potreba za putovanjima i mobilnosti. Car sharing prijevozni model može pomoći u smanjenju zagušenosti gradskih središta, dok će istovremeno osigurati visok stupanj mobilnosti za urbane stanovnike. Car sharing ima svoje mjesto negdje između javnog prijevoza, pješaćenja, taksi službe, privatnih vozila i biciklizma.

Car sharing mogao bi u budućnosti predstavljati sponu koja povezuje sve tradicionalne oblike urbanog prijevoza uz to pružajući dodatnu brigu za okoliš korištenjem potpuno električnih ili hibridnih vozila. Dodavanjem car sharing modela i s time povezane mogućnosti prijevoza koje on u gradovima omogućava mogu se razvijati integrirani i multimodalni transportni sustavi, koji mogu ponuditi alternativu privatnim automobilima. (Spin city, URL: <https://spincity.hr/>, pristupljeno 20.09.2021.)

Kako bi zaživio ovakav alternativni način prijevoza kao prometni sustav, car sharing treba imati i druge opcije za ostvarivanje prijevoza (hodanje, javni prijevoz, rent-a - car, taxi) dostupne za potencijalne članove programa. Kao alternativa prometnom, car sharing sustavu pruža se mogućnost za srednje udaljenosti putovanja za koje postoji potreba za fleksibilnošću ili dostizanje destinacije koje nisu obuhvaćene javnim prijevozom.

### **8.2.1. Funkcioniranje car sharing modela u svijetu**

U svijetu su se kroz zadnjih nekoliko godina isprofilirala dva modela car sharinga, prvi je baziran na principu tražim/nudim prijevoz, što uključuje isključivo privatne osobe koje sa svojim privatnim vozilima nude prijevoz drugima putem određenih web ili mobilnih aplikacija, ovakav tip car sharinga popularniji je kod dužih putovanja. Drugi model je ono što većina i smatra car sharingom, a to je pružanje usluge kratkoročnog najma vozila. Uslugu u tom slučaju pruža specijalizirana kompanija koja posjeduje određenu flotu vozila, parkirališnih mjesta i/ili punionica, a korisnik samo treba posjedovati člansku iskaznicu i dovoljno sredstava kako bi se mogao koristiti uslugom car sharinga. (Spin city, URL: <https://spincity.hr/>, pristupljeno 20.09.2021.)

U tom slučaju korisnik se samostalno vozi i sam bira lokaciju preuzimanja i ostavljanja vozila te za to plaća određenu financijsku naknadu po unaprijed definiranim tarifama. Temeljem oba modela car sharinga, a poglavito drugog, samostalnog, uz pomoć brojnih kompanija koje pružaju tu uslugu, neke od najpoznatijih i najpopularnijih su: Zipcar, MINT, City CarShare, I-GO Cars i dr. 2009. godine po prvi puta u povijesti u Sjedinjenim Američkim državama dogodilo se da je broj ljudi koji su se riješili svojih vozila prerastao broj ljudi koji su se odlučili za kupnju novog vozila.

U prilog svemu spomenutom ide i ekološka komponenta car sharinga, bez obzira dali se koriste potpuno električna, hibridna ili klasična vozila. Po nekim istraživanjima jedno vozilo dostupno kroz car sharing model zamjenjuje čak petnaest privatnih vozila. Dok korisnici car

sharinga koriste vozila iz flote do 31% manje nego kad bi se radilo o njihovim privatnim vozilima, zato što se više koriste biciklima, javnim prijevozom, taxijem te češće pješake.

### **8.2.2. Car sharing u Hrvatskoj**

Mogućnost korištenja usluge car sharinga prvi put se u Hrvatskoj pojavila prije svega nekoliko mjeseci, u lipnju 2016. godine, u glavnom gradu Zagrebu. Uslugu ne na tržištu ponudila tvrtka Urban Mobility pod nazivom Spin City, kroz zagrebački car sharing je dostupno 30 vozila od toga 10 potpuno električnih, čime je i kroz ovaj primjer vidljiva popularnost i široka primjena električnih vozila u pametnim gradovima budućnosti. Korištenje uslugom krajnje je jednostavno te zahtijeva svega dvije stvari, važeću vozačku dozvolu te instaliranu Spin City aplikaciju za pametne telefone. Svako korištenje usluge može se podijeliti u četiri koraka:

1. Pronaći vozilo putem aplikacije – najbliže slobodno vozilo potrebno je pronaći putem aplikacije na pametnom telefonu. Dostupna vozila prikazana su na karti te se mogu rezervirati samo jednim klikom, rezervacija traje 15 minuta, druga mogućnost je jednostavno ući u slobodno vozilo na parkirališnome mjestu.
2. Ući u vozilo – s pomoću aplikacije na pametnome telefonu ili tabletu vozilo se otključava samo jednim pritiskom. Ključevi od automobila i putno računalo nalaze se u pretincu za rukavice. Potrebno je unijeti PIN putem putnog računala i odgovoriti na nekoliko pitanja. Potom izvaditi ključ iz putnog računala i vozilo je spremno za pokretanje.
3. Stanka – ako putovanje nije završilo i vožnja će se uskoro nastaviti, vozilo se zaključa ključem. Tako vozilo ostaje rezervirano samo za korisnika koliko god je to potrebno.
4. Kraj puta – potrebno je ugasiti automobil i na putnom računalu odabrati opciju “završi moju vožnju”. Nakon što se izađe iz automobila, potrebno ga je zaključati s pomoću Spin City aplikacije ili članske kartice. Kada se čuje zvuk zaključavanja vrata ili je vidljiv signal žmigavcima, vozilo je zaključano i putovanje je završilo.

Spin City koncept u potpunosti je prilagođen dinamičnom životu u gradu. Vozila se mogu koristiti bilo kada, bilo gdje i koliko god je to korisniku potrebno. U cijenu je uključeno sve: korištenje vozila, gorivo, parkiranje, osiguranje i održavanje. Parkiranje je besplatno za sve korisnike Spin City prijevoza, a parking je osiguran na svim javnim parkiralištima na



području grada Zagreba.(Carsharing,URL:<https://en.wikipedia.org/wiki/Carsharing>, pristupljeno 20.09.2021.)

Spin City vozila nalaze se unutar Spin City zone – posebno definiranog područja unutar kojeg se preuzimaju i ostavljaju vozila. Naime, svako korištenje usluge mora završiti unutar te zone ili korisnik snosi dodatne troškove. U sklopu zone na području grada Zagreba biti će desetak parkirališnih mjesta namijenjenih samo car sharing usluzi. Na tim mjestima korisnik uvijek može slobodno parkirati vozilo. Lokacije tih parkirališnih mjesta su:

- Ulica Milana Amruša kod k.br. 4
- Ulica Pavla Šubića kod k.br. 65
- Trg kralja Tomislava (Glavni kolodvor)
- Trg maršala Tita – HNK (zapad)
- Trg Stjepana Radića 1
- Radnička cesta kod k.br. 80 (Zagreb Tower)
- Avenija Dubrovnik 15 (Zagrebački Velesajam)
- Park Stara Trešnjevka 2
- Strojarska cesta kod k.br 18 (VMD centar)

## 9. Anketa

Kako bi se dobili podaci o znanju i primjeni električnih automobila na području Koprivničko-križevačke županije provedeno je istraživanje. U svrhu istraživanja napravljena je online anketa koju je činilo 19 pitanja. Anketa je bila anonimna i namijenjena primarno stanovnicima Grada Križevaca, ali i drugim građanima, bilo s područja Koprivnice ili Đurđevca. Rezultati ankete koristili su se isključivo u svrhu pisanja ovog rada.

### 9.1. Predmet i cilj istraživanja

U sklopu diplomskog rada provedeno je istraživanje usmjereno na električna vozila. Istraživanje je provedeno s namjerom da se shvati ponašanje ispitanika, te što oni misle o električnim vozilima. Također se želi odgovoriti na pitanja pitanja, koja će kasnije služiti kao podloga za odgovor na dvije postavljene hipoteze. Instrument ovog rada je anketa. Cilj ankete, tj. istraživanja je bio utvrditi koji postotak stanovništva je upoznato sa pojmom „električni automobil“, koja je njihova primjena na području stanovanja , na koji način smatraju da električni automobili djeluju na okoliš i da li u skoroj budućnosti planiraju kupiti električno vozilo. Kroz pitanja postavljena u anketi od ispitanika se prije svega željelo se saznati da li imaju jedno ili više vozila u kućanstvu i koja je svrha njihovog putovanja sa automobilom, te koliko su upoznati sa pojmom „električni automobil“. Nakon općenitih pitanja o samim ispitanicima, ispitanici su morali iskazati svoje mišljenje o prednostima i nedostacima električnih automobila. Uz to ispitanicima je bilo ponuđeno da ocjenama od jedan do pet ocijene koliko su električna vozila sigurna, koliko su praktična, koliko financijskih sredstava treba izdvojiti za jedno električno vozilo, te da li je moguće u potpunosti zamijeniti elek. vozilo sa kovencionalnim vozilom. Zadnje pitanje se odnosilo na svjesnost samih ispitanika na prijetnju čovječanstvu radi globalnih klimatskih promjena.

### 9.2. Hipoteze istraživanja

Tijekom istraživanja bilo je potrebno postaviti nekoliko hipoteza u radu kako bi rezultati bili validni. U diplomskom radu koriste se dvije hipoteze koje glase:

**H1:** električni automobili su trenutno iznimno skupi na tržištu.

**H2:** električni automobili su nesigurni.

### 9.3. Karakteristike uzorka

Nakon provedene ankete utvrđeno je kako je anketu riješilo 230 ispitanika, izabranih ovisno o mjestu stanovanja, odnosno sudjelovale su osobe koje žive na području Koprivničko-križevačke županije. Anketi su mogli pristupiti svi s obzirom da je anketa objavljena na društvenoj mreži.

### 9.4. Rezultati istraživanja

U ovom dijelu rada prikazani su rezultati provedene ankete. Istraživanje je provedeno na svakom zasebnom pitanju. Za svako pitanje iznijeto je obrazloženje kao i grafički prikaz odgovora ispitanika. Rezultati istraživanja prikazani u nastavku.

#### 1. Pitanje – „Godine života?“

Prvo pitanje u anketi odnosilo se na dob ispitanika. Pitanje koje je bilo postavljeno ispitanicima bilo je: „Godine života?“. Ispitanicima je bilo zadano da upišu broj svojih godina. Dob ispitanika važna je iz razloga kako bi se utvrdilo koja je dobna kategorija ispitanika, te koja je prosječna dob svih ispitanika. Pitanje je bilo sastavljeno na način da su ispitanici morali upisati svoje godine. Na početku analize utvrđeno je kako je najviše ispitanika, tj. njih 41,3% odgovorilo da imaju od 26 - 35 godina. Nakon analize svake zasebno godine napravljeno je grupiranje podataka, tj. godina. Godine su podijeljene na 7 dobnih kategorija. Dobne kategorije i rezultati nakon analize prikazani su u tablici 1.

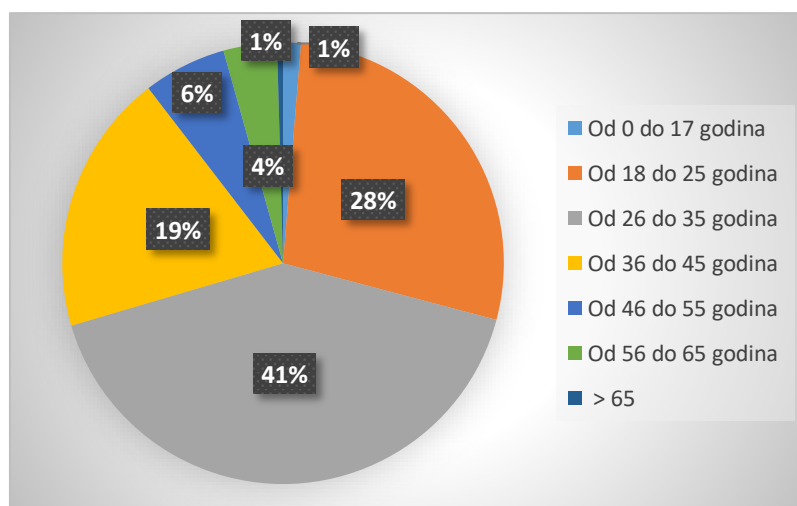
|   | Dobna kategorija   | Broj ispitanika |
|---|--------------------|-----------------|
| . | Od 0 do 17 godina  | 3               |
| . | Od 18 do 25 godina | 64              |
| . | Od 26 do 35 godina | 95              |
| . | Od 36 do 45 godina | 44              |

|  |                    |     |
|--|--------------------|-----|
|  | Od 46 do 55 godina | 14  |
|  | Od 56 do 65 godina | 9   |
|  | > 65               | 1   |
|  | Ukupno             | 230 |

Tablica 9.1. Dobne kategorije i broj ispitanika

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

Ispitanici su podijeljeni u sedam starosnih skupina, mlađi od sedamnaest, dobna skupina od osamnaest do dvadeset i pet, zatim dvadeset i šest do trideset i pet, trideset i šest do četrdeset i pet, dobna skupina od četrdeset šest do pedeset pet, od pedeset šest do šezdeset pet te stariji od šezdeset i pet.



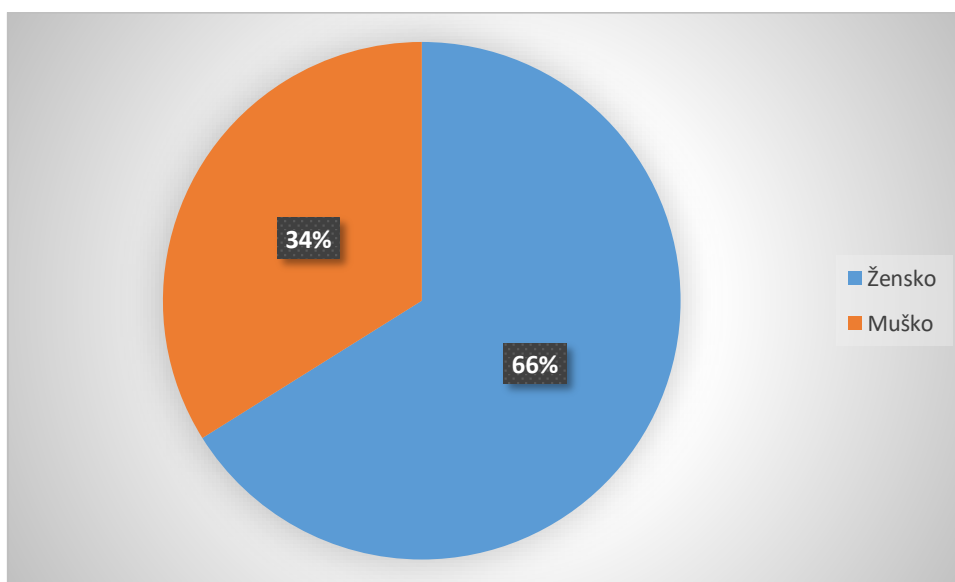
Grafikon 9.1. Dobne kategorije i broj ispitanika

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

Iz tablice je vidljivo kako je najviše ispitanika u trećoj dobnoj kategoriji i to njih 95, što čini 41,3 % od ukupnog broja ispitanika. Sljedeća dobna kategorija u kojoj je bilo najviše ispitanika je druga i u nju spadaju svi ispitanici od 18 do 25 godina. Broj takvih ispitanika je 64, što čini 27,8 % od ukupnog broja ispitanih. Kao treća dobna kategorija po najvećem broju ispitanika je ona koju čine ispitanici od 36 do 45 godine. Najmanje ispitanika je u kategoriji sedmoj, točnije u onoj u koju spadaju svi stariji od 65. U toj kategoriji spada samo 1 ispitanik, što čini 0,4 % od ukupnog broja ispitanika. Na kraju analize godina može se utvrditi kako je prosjek godina ispitanika 35.15 godina, ako taj broj zaokružimo može se utvrditi kako je prosjek ispitanika 35 godina. U grafikonu 1 prikazani su podaci po dobnim kategorijama i broj ispitanika u svakoj od kategorija.

## 2. Pitanje – „Spol?“

Drugo pitanje ankete odnosilo se na spol ispitanika. Iz rezultata ankete vidljivo je kako su na anketu odgovorile 152 žene i 78 muškarca. Ako ove brojeve pretvorimo u postotak ispitanika, može se zaključiti kako je ukupan postotak žena 66,1 %, a muškaraca 33,9 %. U grafikonu 2 prikazani su rezultati drugog pitanja, tj. rezultati odnosa između muškaraca i žena.

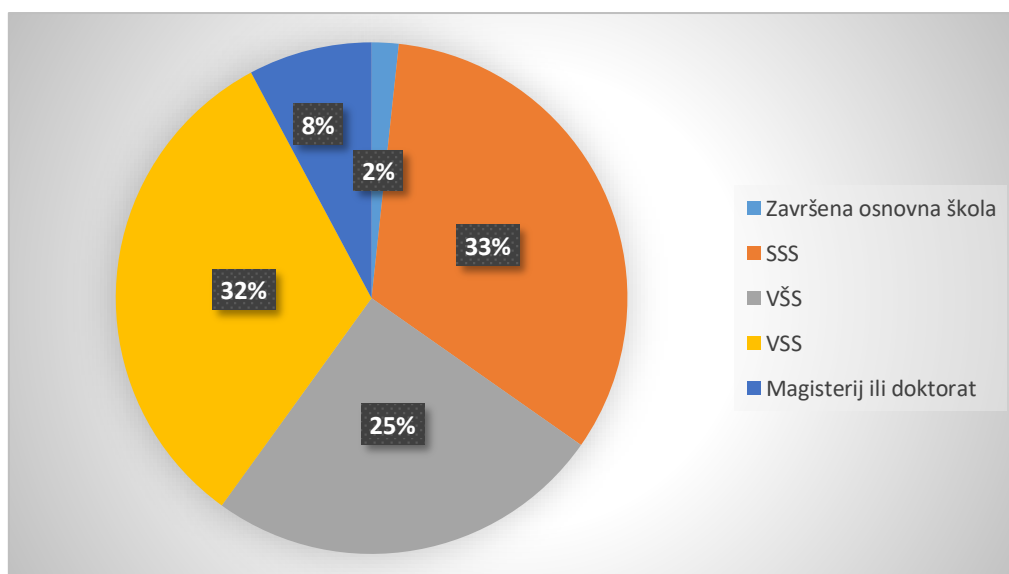


Grafikon 9.2. Broj ispitanika po spolu

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

### 3. Pitanje – „Stručna sprema?“

Treće pitanje odnosilo se na stručno i akademsko zvanje ispitanika. Iz rezultata ankete vidljivo je kako se očitivalo najviše ispitanika sa srednjom stručnom spremom u postotkom od 33%. Ispitanici koji imaju visoku stručnu spremu su sljedeći po redu ispunili anketu sa postotkom od 32,2%. Na anketu je odgovorilo 58 ispitanika sa višom stručnom spremom. Ispitanici koji su riješili anketu sa 7,8% imaju magisterij, i zadnji sa najmanjim postotkom koji su ispunili anketu su ispitanici sa završenom osnovnom školom u postotku sa 1,7%.



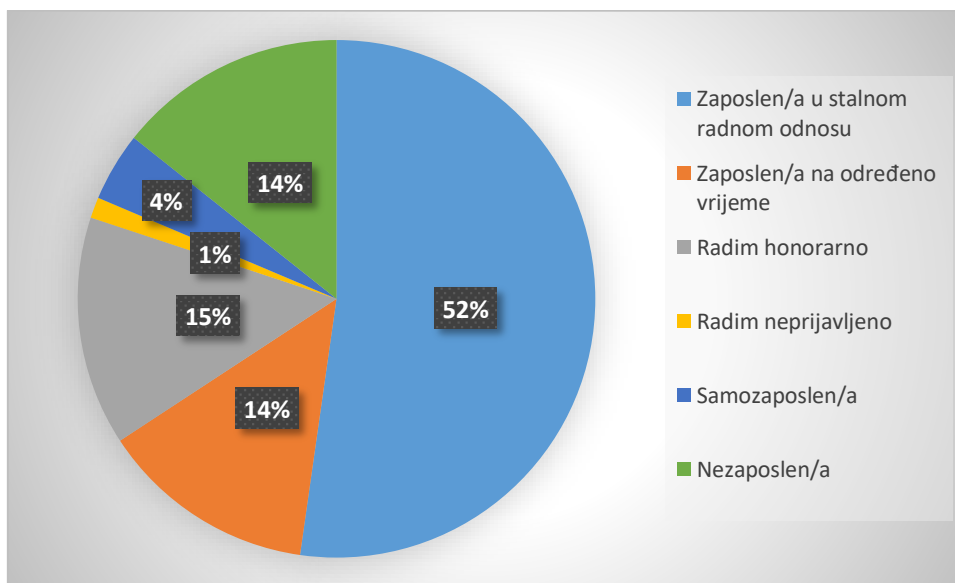
Grafikon 9.3. Stručna sprema ispitanika

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

### 4. Pitanje – „Radni status?“

Ispitanicama sam postavila četvrto pitanje u kojem su radnom odnosu. . Ispitanici su imali mogućnost odabira više odgovora, a kao odgovori bili su ponuđeni: zaposlen/a u stalnom radnom odnosu, zaposlen/a na određeno vrijeme, radim honorarno, radim neprijavljeno, samozaposlen/a i nezaposlen/a. Najviše ispitanika, njih 120 dalo je odgovor da su zaposleni u

stalnom radnom odnosu. Ispitanici koji su nezaposleni i rade honorarno nalaze se drugi po redu sa postotkom od 14,3%, što je ukupno 33 kao nezaposleno i 33 kao honorarno. 13,5% ispitanika zaposleni su ali na određeno. Samo 10 ispitanika radi kao samozaposleni i najmanji postotak od 1,3% radi kao neprijavljeno.

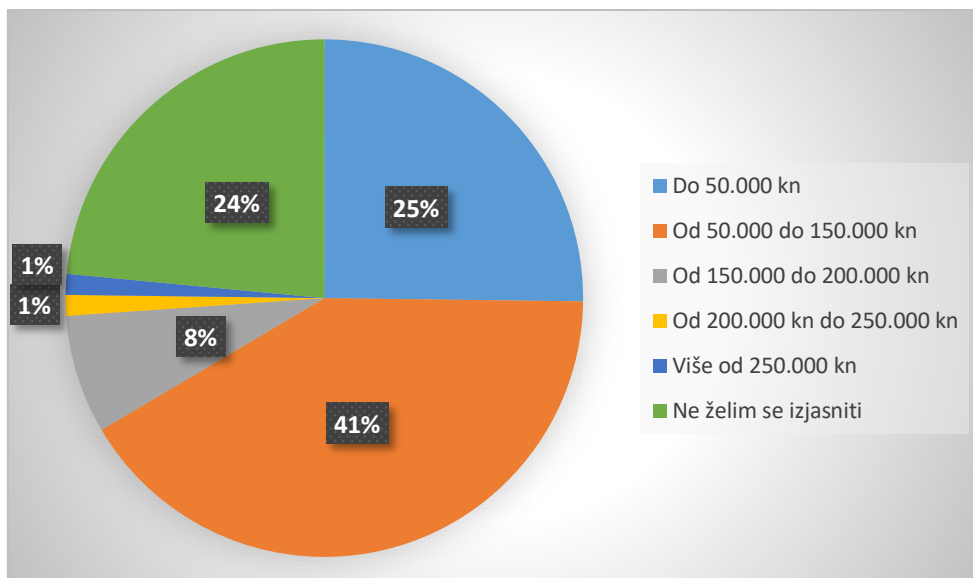


Grafikon 9.4. Radni status ispitanika

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 5. Pitanje – „Ukupni godišnji prihod?“

Peto pitanje bilo je da ispitanici odgovore koliki im je ukupni godišnji prihodi. Za ovo pitanje odgovori su bili: do 50.000 kn, od 50.000 – 150.000 kn, od 150.000 – 200.000 kn, od 200.000 – 250.000 kn, više od 250.000 kn i ne želim se izjasniti. Najviše ispitanika, njih 95 dalo je odgovor da im je ukupni godišnji prihod od 50.000 do 150.000 kn. Drugi po redu ispitanici su se očitivali, njih 58 ispitanika da zarađuju do 50.000 kn. Čak 23,5% ispitanika se očitovalo da se ne želi izjasniti koliko im je ukupni godišnji prihod. Ispitanici, njih 17 očitovalo se da zarađuju do 150.000 kn do 200.000 kn. Ispitanici u istom broju ( troje ispitanika ) očitovalo se jednako za ukupni godišnji prihod od 200.000 do 250.000 kn i preko 250.000 kn.

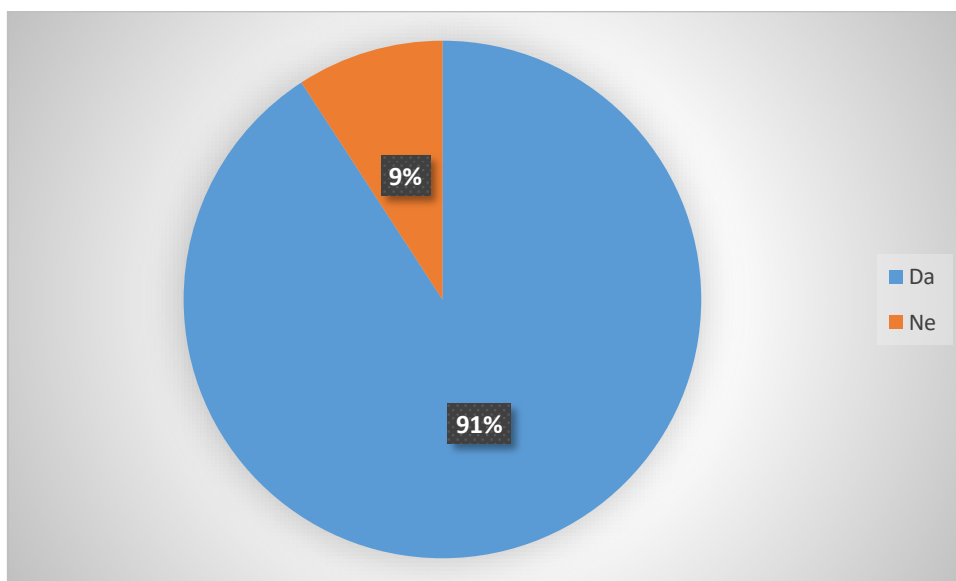


Grafikon 9.5. Ukupni godišnji prihod ispitanika

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 6. Pitanje – „Vozite li automobil?“

Šesto pitanje odnosilo se na vozačko znanje ispitanika. Iz rezultata ankete vidljivo je kako 90,9% ispitanika ima vozačko znanje, a 9,1% ispitanika ne vozi automobil. Na grafikonu 6, u nastavku prikazani su rezultati šestog pitanja.



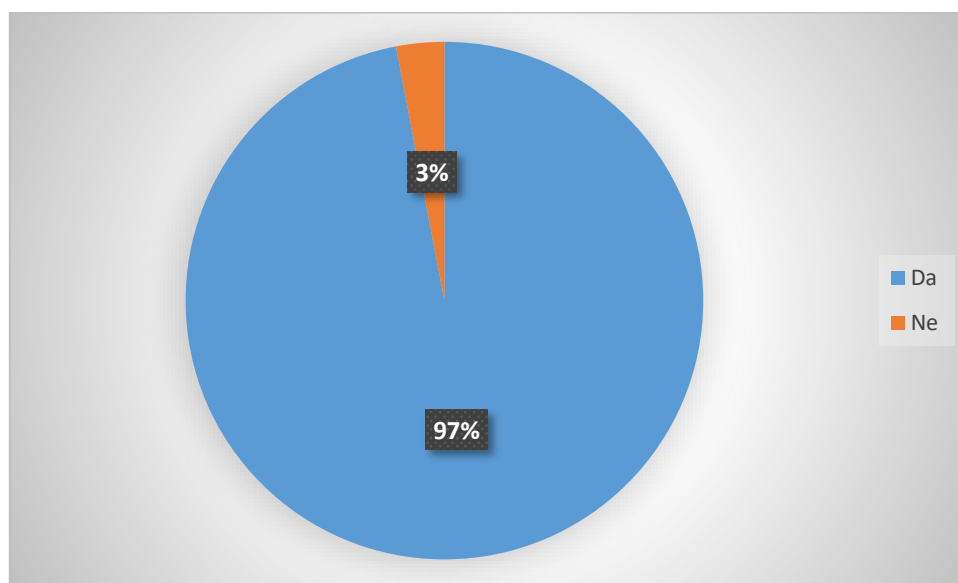
Grafikon 9.6. Vozačko znanje ispitanika



Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 7. Pitanje – „Da li ste upoznati sa pojmom „električni automobil“?“

Na sedmo pitanje ispitanici su imali ponuđene odgovore: Da i ne. Sa pozitivnim odgovorom odgovorilo je 97% ispitanika, a 3% ispitanika odgovorilo je da nisu upoznati sa pojmom „električni automobil“.

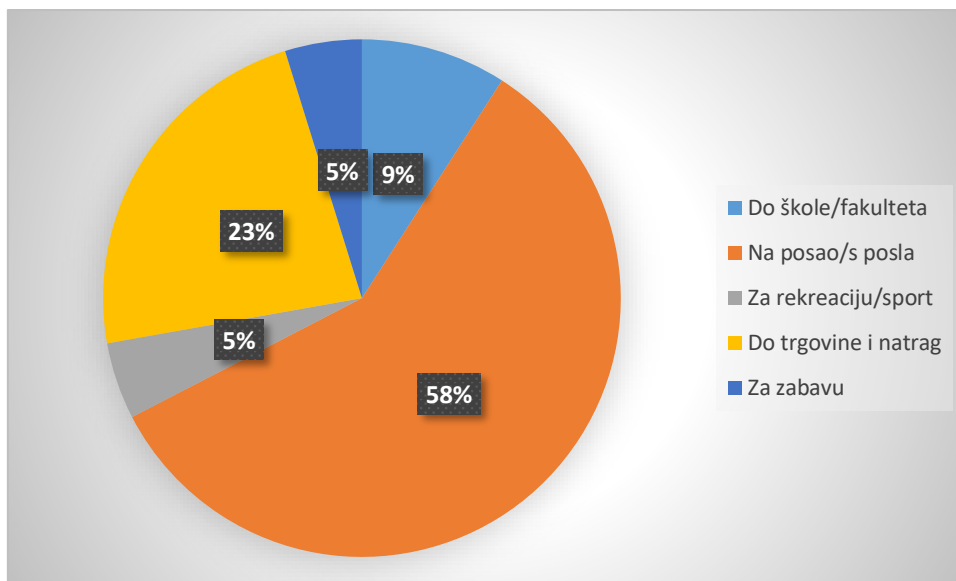


Grafikon 9.7. Rezultati istraživanja na pitanje : Da li ste upoznati sa pojmom „električni automobil?“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 8. Pitanje – „Koja je svrha Vašeg dnevnog putovanja?“

Osmo pitanje tražilo je ispitanike koji je razlog njihovog putovanja. Kao odgovori za osmo pitanje bili su : do škole/fakulteta, na posao/s posla, za rekreaciju/sport, do trgovine/nazad i za zabavu. Najviše ljudi je odgovorilo kako putuje najviše u svrhu odlaska i dolaska na posao i to u postotku 58%. Sljedeći po redu su ispitanici koji u postotku od 23% dnevno koriste automobil za odlazak i dolazak u trgovinu. Ispitanici koji koriste prijevoz za odlazak u školu ili fakultet su treći po redu u postotku od 9%. Ispitanici koji koriste prijevoz za rekreaciju ili sport i za zabavu su oboje četvrti po redu i to u istom postotku od 5%.

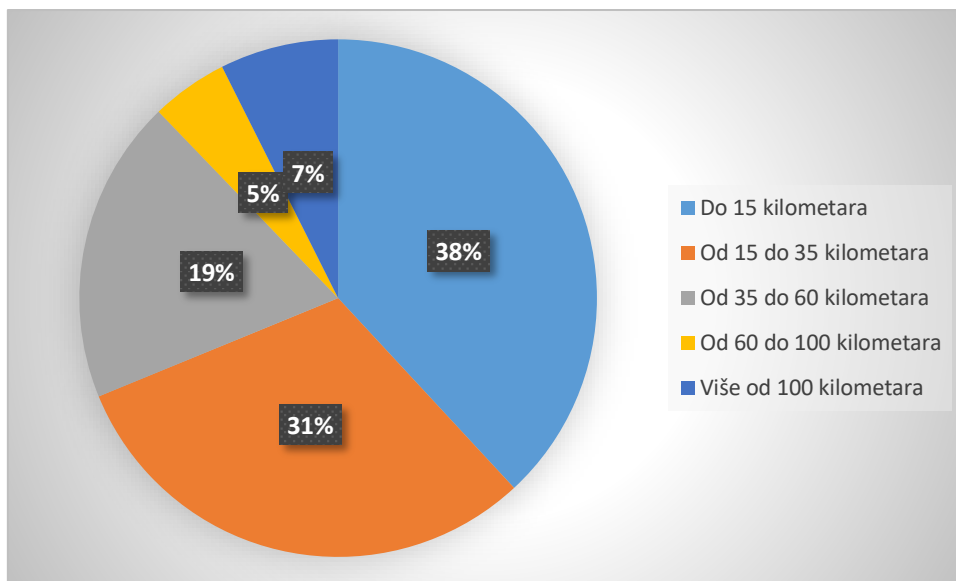


Grafikon 9.8. Rezultati istraživanja na pitanje: „Koja je svrha Vašeg dnevnog putovanja?“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 9. Pitanje – „Koliko kilometara prođete za neki od ponuđenih odgovora u pitanju prije?“

U devetom pitanju ankete tražilo se od ispitanika da se očituju koliko otprilike im je potrebno kilometara od prve do zadnje točke dnevnog putovanja. Kao mogući odgovori bili su ponuđeni: do 15 kilometara, od 15 do 35 kilometara, od 35 do 60 kilometara, od 60 do 100 kilometara i više od 100 kilometara. Ispitanici koji imaju najveći postotak ( njih 38,1% ) odgovorilo je da im je potrebno za trasu dnevnog putovanja do 15 kilometara. Drugi po redu ispitanici odgovorili su da im je za njihovo dnevno putovanje potrebno od 15 do 35 kilometara u postotku od 30,7%. Treći po redu koji su odgovorili da im je potrebno od 35 do 60 kilometara za njihovo dnevno putovanje su ispitanici ( njih 44 ) u postotku od 19%. 7,4 % ispitanika putuje preko 100 kilometara do svojeg odredišta i povratno. Zadnji u anketi sa najmanjim postotkom od 4,8% putuje od 60 do 100 kilometara za dnevno putovanje.

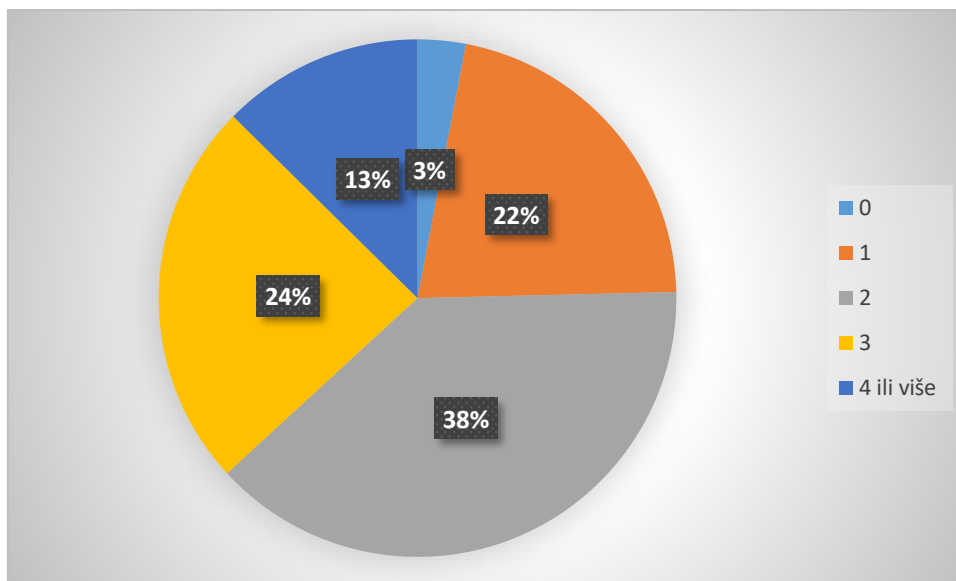


Grafikon 9.0.9. Rezultati pitanja: „Koliko kilometara prođete za neki od ponuđenih odgovora u pitanju prije?“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 10. Pitanje – „Koliko vozila ima Vaše kućanstvo?“

Deseto pitanje odnosilo se na broj vozila koji ispitanici imaju sveukupno u svom kućanstvu. Ovo anketno pitanje nam je pokazalo kako većina kućanstva ima više od jednog vozila u kućanstvu je automobil postalo nezamjenjivo sredstvo za prijevoz za bilo koju svrhu. Najveći broj ispitanika odgovorilo je kako ima dva vozila u kućanstvu u postotku od 38,5%. Iznenađujući odgovor ispitanika koji su drugi po redu u anketi očitivalo se kao imaju tri vozila u kućanstvu u postotku od 24,2%. Treći po redu ispitanici (njih 50) odgovorilo je kako imaju jedno vozilo u kućanstvu. Ispitanici koji su odgovorili da imaju 4 vozila u kućanstvu u postotku od 12,6% su na četvrtom mjestu u anketi. Zadnji na mjestu su ispitanici koji su odgovorili da nemaju automobil u postotku od 3%.

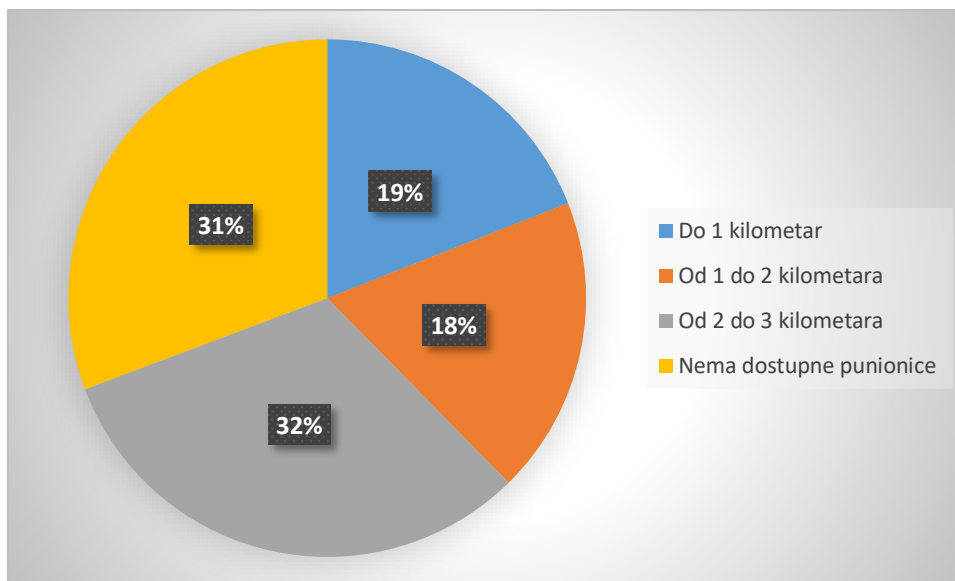


Grafikon 9.10. Rezultati pitanja : „Koliko vozila ima Vaše kućanstvo?“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 11. Pitanje – „Koliko se daleko nalazite od prve punionice za električno vozilo?“

Ovim pitanjem željelo se utvrditi koliko zapravo punionica ima u mjestu stanovanja naših ispitanika i koje bi mogućnosti bile punjena električnih automobila da naši ispitanici imaju jedno električno vozilo. Odgovori koji su bili ponuđeni za pitanje su: do jedan kilometar, od jedan do dva kilometara, od dva do 3 kilometara i nema dostupne punionice. Najviše odgovora kod ispitanika bilo je od dva do tri kilometara i to u postotku 31,6%. Drugi po redu odgovor je bio da nema dostupne punionice u blizini u postotku od 30,7%, što je veliki i zabrinjavajući postotak. Sljedeći po redu odgovor od ispitanika (njih 43) bio je kako se punionica nalazi u blizini od jedan do dva kilometara i zadnji odgovor je bio kako se ispitanicima nalazi punionica u blizini od jedan kilometar u postotku od 19%.



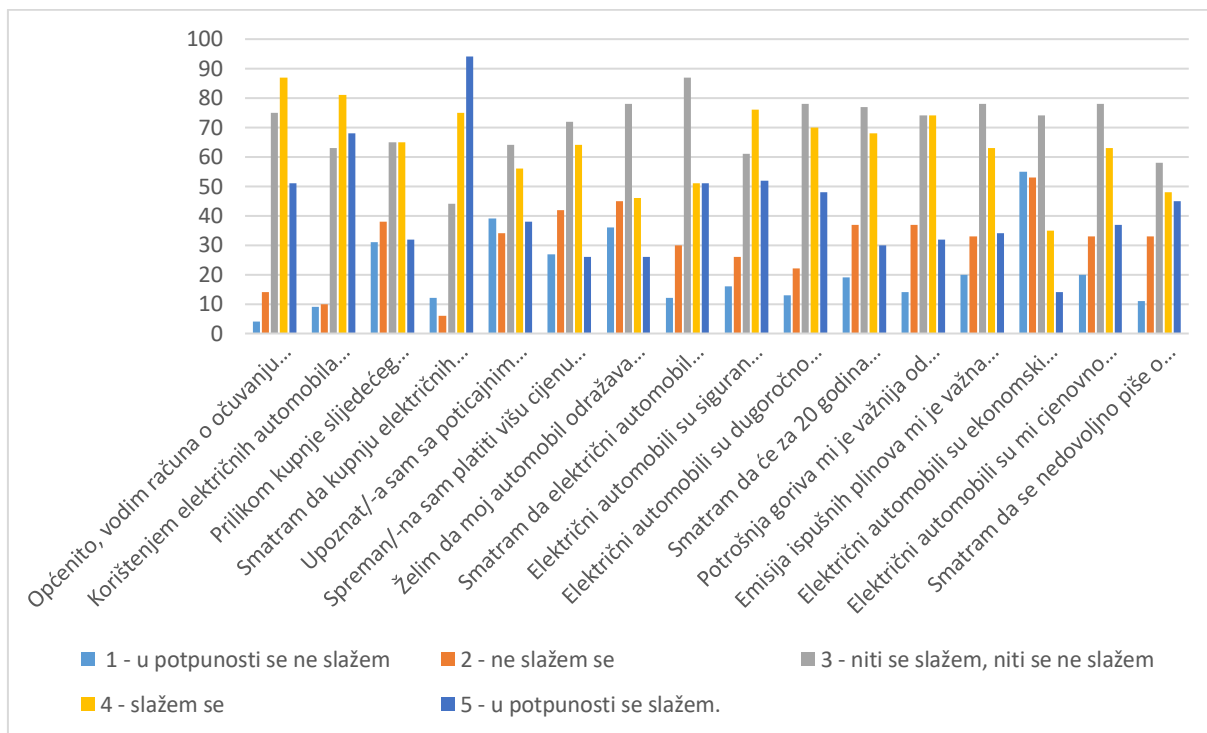
Grafikon 9.11. Rezultati pitanja :“Koliko se daleko nalazite od prve punionice za električno vozilo?“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

12. Pitanje – „Ocjenama od 1 do 5, izrazite Vaš stupanj slaganja s navedenim tvrdnjama, gdje je 1 - u potpunosti se ne slažem, 2 - ne slažem se, 3 - niti se slažem, niti se ne slažem, 4 - slažem se, 5 - u potpunosti se slažem.“

U dvanaestom pitanju ispitanici su imali mogućnost iznijeti svoje mišljenje o tome koliko su upoznati sa električnim automobilima, koliko osobno smatraju da vode brigu o okolišu, da li su upoznati sa poticajnim mjerama projekta „vozimo ekonomično“ kojeg je pokrenulo Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Smatraju li da električni automobili donosi povlašteni status u društvu te razmišljaju u budućnosti platiti višu cijenu za električni automobil ukoliko ima jednake ili bolje karakteristike od klasičnog. Smatraju li da će za 20 godina električni automobili u potpunosti zamijeniti klasične, te da li im je potrošnja goriva važnija od voznih karakteristika. Ispitanicima je postavljeno na pitanje koliko smatraju da emisija ispušnih plinova im je važna prilikom izbora automobila, te smatraju li električni automobili kao ekonomski isplativi. Da li tržištu postoji električni automobil kojeg bi oni voljeli posjedovati i susreću li dovoljno novosti i informacija u medijima o električnim automobilima. Ispitanici su u dvanaestom pitanju imali mogućnost ocijeniti, ocjenama od jedan do pet, njihova razmišljanja i iskustva sa električnim automobilima. Ocijene u označivale kakvog su ispitanici mišljenja: 1 - u potpunosti

se ne slažem, 2 - ne slažem se, 3 - niti se slažem, niti se ne slažem, 4 - slažem se, 5 - u potpunosti se slažem.



Grafikon 9.12. Rezultati pitanja: „1. Ocjenama od 1 do 5, izrazite Vaš stupanj slaganja s navedenim tvrdnjama, gdje je 1 - u potpunosti se ne slažem, 2 - ne slažem se, 3 - niti se slažem, niti se ne slažem, 4 - slažem se, 5 - u potpunosti se slažem.“

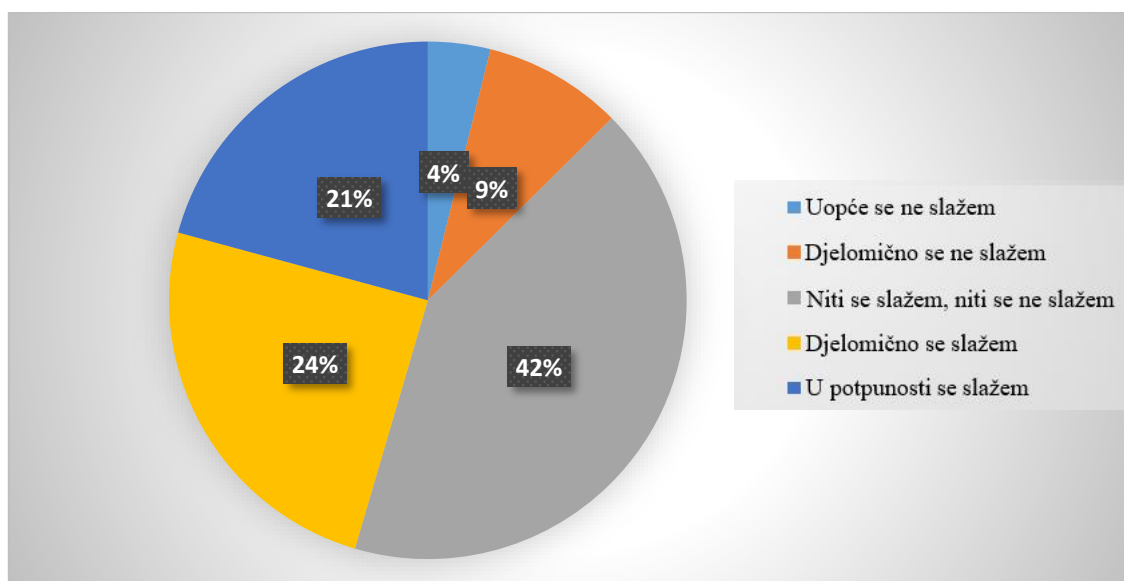
Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

Anketno istraživanje na prvu tvrdnju pokazuje kako su ispitanici svjesni očuvanju okoliša te njih 87 je potvrdilo da vode računa o štednji energije i očuvanju okoliša. Mali dio ispitanika se očitovao da ne vodi brigu, sveukupno njih 4. Većina ispitanika smatra da se korištenjem električnih automobila može doprinijeti očuvanju okoliša. Treći graf pokazuje kako ispitanici nisu sigurni da će prilikom sljedeće kupnje razmotriti kupnju električnog automobila, i to njih 65. Također, isti broj ispitanika se složilo da će razmisliti o kupnji navedenog auta prilikom kupnje novog automobila. Većina ispitanika smatra kako kupnju električnog automobila treba poticati financijski, i to njih 94 ispitanika od sveukupno 230 odgovora u anketi. Informacije i znanje ispitanika je podijeljeno na ovom pitanju, njih 64 je odgovorilo kako se slažu i ne slažu sa poticajnim mjerama projekta „vozimo ekonomično“.

Veliki dio ispitanika smatra kako se novosti i informacije o električnim automobilima nedovoljno promovira kroz medije, tj. da se nedovoljno piše o njima.

13. Pitanje – „Električna vozila skuplja su za održavanje u odnosu na konvencionalna vozila?“

Ispitanici su u trinaestom pitanju imali mogućnost u rasponu od jedan do pet iznijeti svoje mišljenje na postavljeno pitanje :“Uopće se ne slažem“ do „u potpunosti se slažem.“. Ispitanici u ovom pitanju su bili srednjeg mišljenja, jer postotak sa najviše odgovora se nalazilo na sredini raspona u odgovoru, sveukupno 42%, tj. 97 ispitanika. Drugi po redu ispitanici se još više slažu sa konstatacijom da su električna vozila skuplja za održavanje, u postotku od 24,7%. Sljedeći po redu odgovora je bilo u rasponu zadnji, pod značenjem u potpunosti se slažem u postotku od 20,8%. Zadnji po redu sa najmanje odgovora, ispitanici smatraju da se uopće ne slažu sa postavljenim pitanjem i to u postotku 3,9%.

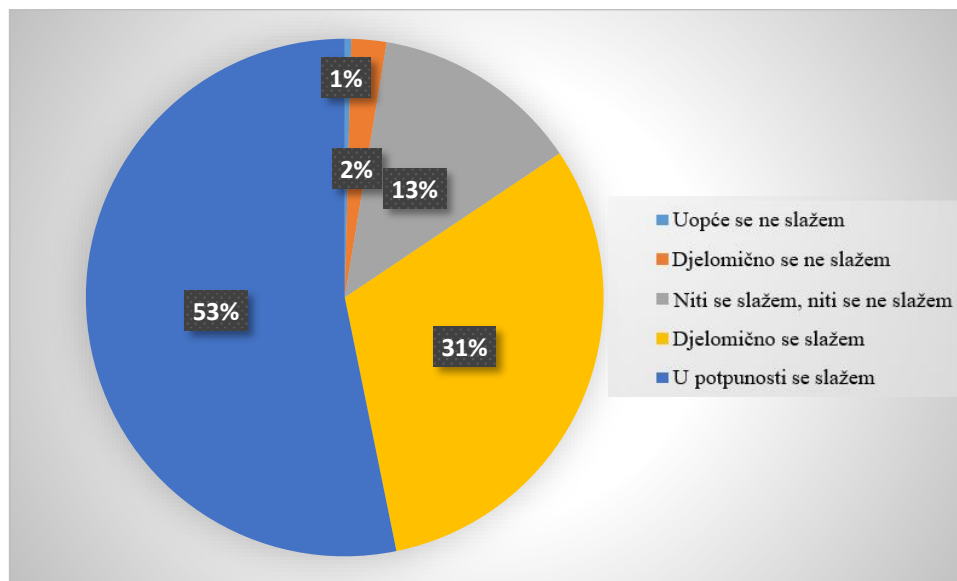


Grafikon 9.13. Rezultati istraživanja: „Električna vozila skuplja su za održavanje u odnosu na konvencionalna vozila“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 14. Pitanje – „Električni automobili su trenutno jako skupi.“

Iz grafikona 14 vidljivo je da veći dio ispitanika smatra kako su električni automobili trenutno jako skupi, i to preko pedeset posto, odnosno 53,2%. Ispitanici koji su drugi po redu sa 31,2% odgovorilo je četvrti po redu raspon mišljenja. Sljedeći po redu ispitanici koji su odgovorili da su srednjeg mišljenja ( njih 5 ) u postotku sa 2,2%. Samo jedan ispitanik je mišljenja da električni automobili nisu trenutno jako skupi.



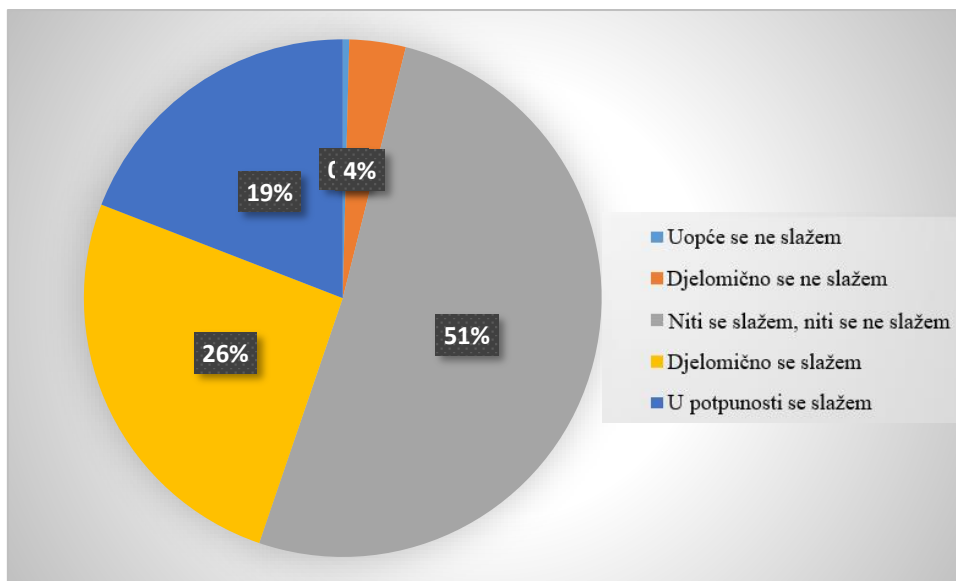
Grafikon 9.14. Rezultati na pitanje : „Električni automobili su trenutno jako skupi“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 15. Pitanje – „ Vožnja električnog automobila 100 km košta manje od 2 eura (približno 15 kn).“

Petnaesto pitanje u anketi se od ispitanika tražilo kao i na prošlom pitanju, da se očituju na pitanje u rasponu od jedan do pet :“Uopće se ne slažem“ do „u potpunosti se slažem.“ Jedan ispitanik se uopće ne slaže da vožnja električnog automobila 100 kilometara košta manje od petnaest kuna. Ostali ispitanici su drugačijeg mišljenja, te njih 51,5% ( njih 119 ) su podijeljenog mišljenja te se nalaze na sredini u rasponu. Drugi po redu sa najviše odgovora su ispitanici koji se slažu sa postavljenim pitanjem u postotku od 25,5%, a ispitanici ( njih 44 ) se u potpunosti slažu sa konstatacijom da vožnja električnog automobila 100 kilometara košta manje od petnaest kuna.



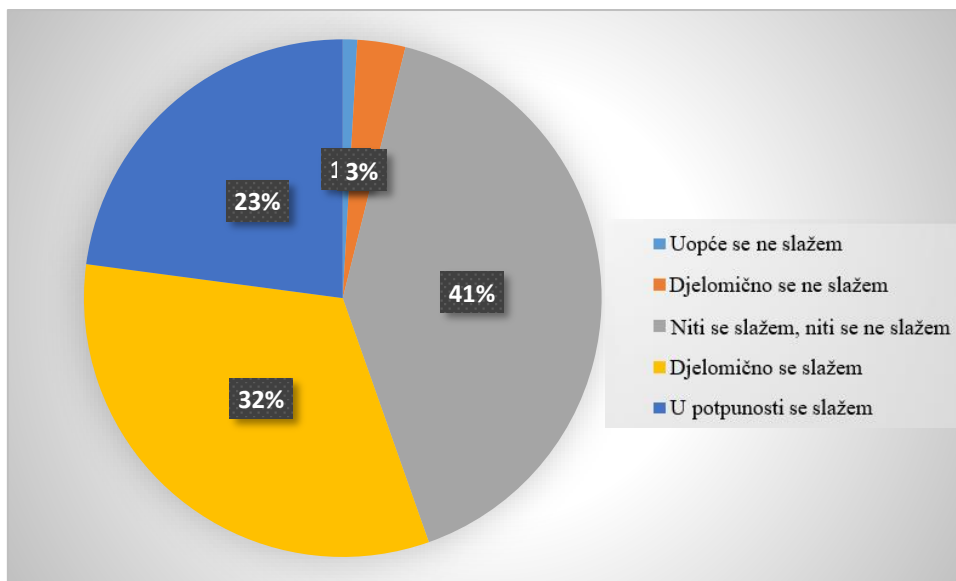


Grafikon 9.15. Rezultati pitanja : „ Vožnja električnog automobila 100 km košta manje od 2 eura (približno 15 kn).“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 16. Pitanje – „ Električni automobili su sigurni.“

Ispitanici su u 16 pitanju: „ Električni automobili su sigurni.“ imali mogućnost iskazati svoje mišljenje u rasponu od jedna do pet :“Uopće se ne slažem“ do „u potpunosti se slažem.“ Najviše odgovora je bilo na sredini raspona, ispitanici su se izjasnili kako se slažu i ne slažu sa konstatacijom da su električni automobili sigurni. Drugi po redu sa odgovorima u postotkom od 23% , su ispitanici koji se slažu sa navedenim pitanjem. Samo 9% ispitanika se ne slaže uopće sa konstatacijom da su električni automobili sigurni. Možemo zaključiti kako ispitanici po postotku odgovora na pitanje nisu sigurni i nisu upoznati sa informacijama koliko su električni automobili sigurni. Vjerojatno veliki postotak ispitanika nikad nije imao mogućnost i priliku voziti se u električnom automobilu.

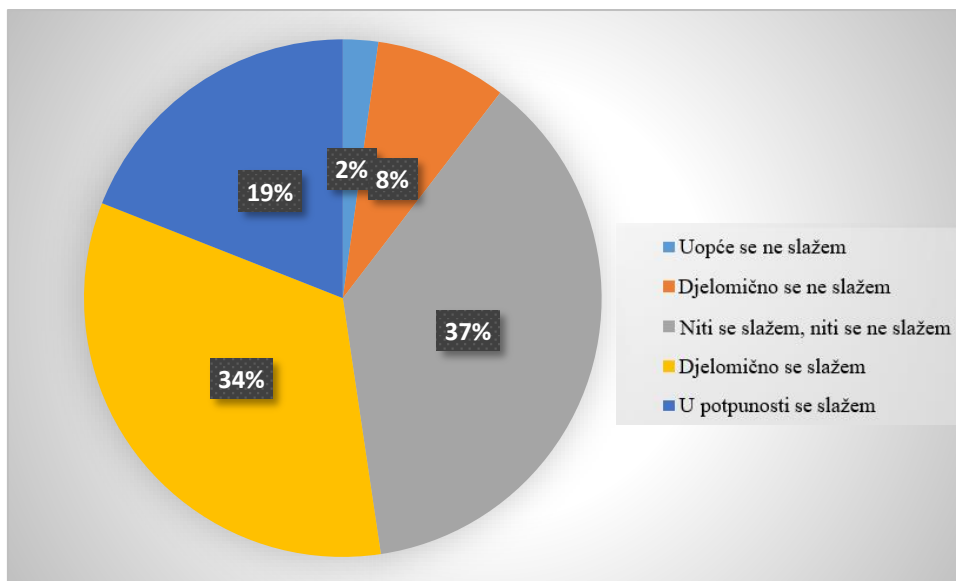


Grafikon 9.16. Rezultati pitanja: „Električni automobili su sigurni.“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 17. Pitanje - „Troškovi održavanja električnih automobila su visoki.“

U sedamnaestom pitanju u anketi ispitanike se tražilo kao i na prošlom pitanju, da se očituju na pitanje u rasponu od jedan do pet :“Uopće se ne slažem“ do „u potpunosti se slažem.“ Najviše odgovora je bilo u postotku od 37% ( njih 89) da se slažu i ne slažu za konstatacijom. U potpunosti se slaže, samo 19% ispitanika sa teorijom da su troškovi održavanja električnih automobila visoki. Samo 2% ispitanika se ne slaže sa navedenom tvrdnjom, njih 5. Iz ankete da se zaključiti kako ispitanici nisu upoznati sa načinom održavanja električnih automobila jer približno 40% ispitanika nije sigurno u odgovor koji daje, tj. niti se slažu, niti se ne slažu ili se djelomično slažu.

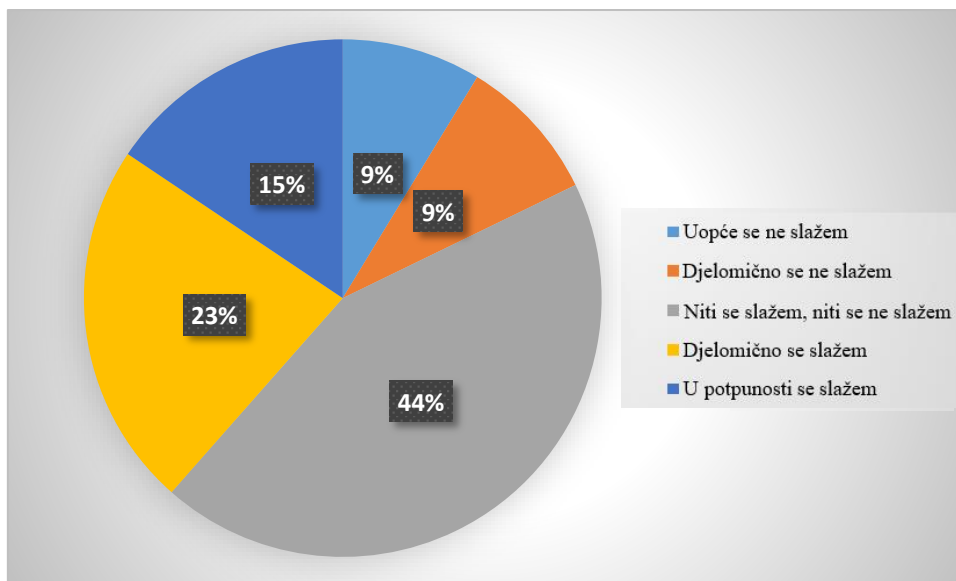


Grafikon 9.17. Rezultati pitanja: „Troškovi održavanja električnih automobila su visoki.“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

#### 18. Pitanje - „Električni automobili povećavaju zadovoljstvo u vožnji.“

Ispitanici su u 18 pitanju: „Električni automobili povećavaju zadovoljstvo u vožnji“ imali mogućnost iskazati svoje mišljenje u rasponu od jedna do pet: „Uopće se ne slažem“ do „u potpunosti se slažem“. Najviše odgovora je bilo na sredini raspona, ispitanici su se izjasnili kako se slažu i ne slažu sa konstatacijom da električni automobili povećavaju zadovoljstvo, i to u postotku od 44%. Drugi po redu ispitanici se slažu sa tvrdnjom (njih 53), a samo njih 9% se uopće ne slaže sa tvrdnjom. Da se zaključiti da ispitanici nisu u potpunosti sigurni na odgovor za pitanje postavljeno u anketi. Pretpostavka je da ispitanici nisu upoznati sa električnim automobilima u širem obliku pojma. Kako bi ispitanici prepoznali pozitivne strane električnog automobila, smatra se da bi trebali također iskusiti vožnju električnim automobilom kako bi znali odgovor na ovo na pitanje. Prema postotku iz ankete da se zaključiti kako približno polovina ispitanika nema iskustva u vožnji električnim automobilom, te tako ne mogu potvrditi konstataciju da električni automobili povećavaju zadovoljstvo u vožnji.

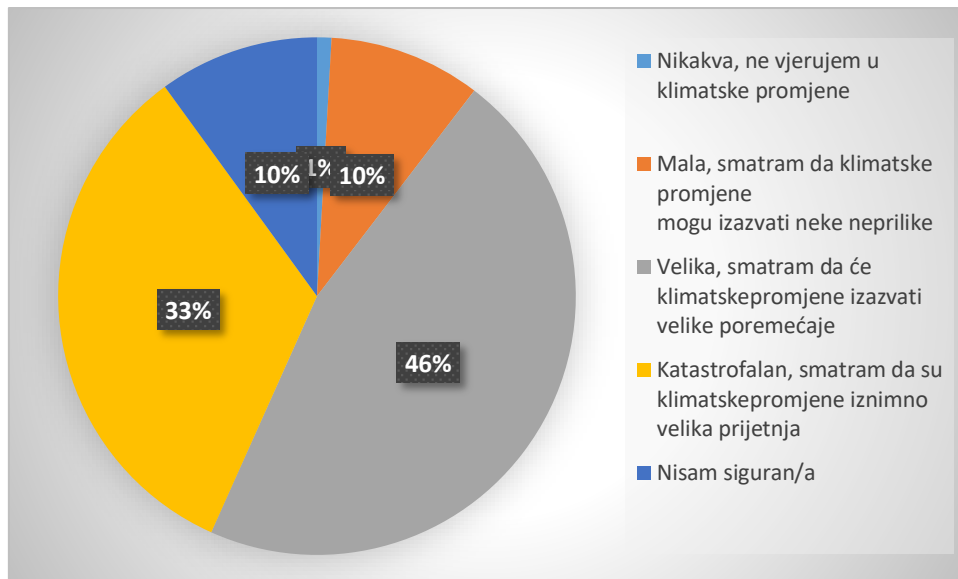


Grafikon 9.18. Rezultati pitanja: „Troškovi održavanja električnih automobila su visoki.“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

19. Pitanje – „ Što mislite kolika su prijetnja globalne klimatske promjene za čovječanstvo?“

Devetnaesto pitanje u anketi odnosilo se na mišljenje ispitanika što misle kolike su prijetnje globalne klimatske promjene za čovječanstvo. Veliki postotak ispitanika, njih 46% smatra da su prijetnje velike, da će klimatske promjene izazvati velike poremećaje. Drugi po redu sa najviše odgovora je da ispitanici smatraju da će promjene biti katastrofalne, a 10% ispitanika nije sigurno koliko su prijetnje velike za čovječanstvo. Prema istraživanju iz ankete ispitanici pokazuju po postotku odgovora da su u potpunosti upoznati za prijetnjama globalne klimatske promjene i koliko je električni automobil bitan element smanjenja emisija štetnih plinova i očuvanja okoliša. Da se zaključiti kako ispitanici su informirani o štetnosti prema okolišu.



Grafikon 9.19. Rezultati pitanja: „Što mislite kolika su prijetnja globalne klimatke promjene za čovječanstvo?“

Izvor: Izrada studenta, izrađeno prema: Aplikacija Google Docs (2021). Google LLC. Mountain View, preuzeto s: <https://www.google.hr/intl/hr/forms/about/>, (pristupljeno 28.08.2021.)

## 9. Zaključak

Možemo zaključiti da je elektromobilnost područje koje se razvija velikom brzinom. Kod postojećih tehnologija sučelja za punjenje upotrebljavaju se kabelski priključci, no treba razmotriti i buduće tehnologije sučelja kao što su bežično punjenje ili zamjena baterija. Postojeću Direktivu bi stoga trebalo ažurirati kako bi se na primjeren način uzele u obzir buduće norme za tehnologije kao što su bežično punjenje i zamjena baterija. Javno dostupno mjesto za punjenje ili opskrbu može, primjerice, uključivati mjesta ili uređaje za punjenje ili opskrbu u privatnom vlasništvu ili uređaje dostupne javnosti putem registracijskih kartica ili naknada, mjesta za punjenje ili opskrbu za sheme dijeljenja automobila koje korisnicima koji su treće osobe omogućuju pristup putem pretplate ili mjesta za punjenje ili opskrbu na javnim parkiralištima.

Mjesta za punjenje ili opskrbu koje privatnim korisnicima omogućuju fizički pristup uz autorizaciju ili pretplatu trebalo bi smatrati javno dostupnim mjestima za punjenje ili opskrbu. Elektromobilnost je za Republiku Hrvatsku od velike važnosti zbog velikog broja gradova sa zaštićenom spomeničkom baštinom kod koje važno voditi računa o razini emisija u prometu. Dostavna vozila nužno je preorijentirati na električni pogon i tako smanjiti nivo emisija i buke. Vrlo je važno integrirati električna vozila u poljoprivredu kroz ekološku poljoprivredu kao nisko ugljičnu proizvodnju čime se ostvaruje dodana vrijednost proizvoda.

Također električna vozila će poslužiti kao spremnici električne energije čime će se osigurati samoodrživost malih obiteljskih sustava kojima bi se omogućilo da pohrane energiju proizvedenu iz vlastitih obnovljivih izvora energije te istu koriste kada izvori nemaju napajanje. Svakako će razvoj i povećanje broja električnih vozila doprinijeti i povećanju broja samostalnih obiteljskih sustava za proizvodnju električne energije te osigurati pohranu energije na mjestima gdje nije moguće istu vratiti u mrežu.

Električna vozila imaju brojne prednosti, kao što je smanjeno zagađenje okoliša, te razvoj održive mobilnosti. No, postoje i neki nedostaci, kao što je navedeno u radu. Proizvodnja električnih baterija zagađuje okoliš, te se radi na pokušavanju smanjivanja štetnosti tokom izrade. Za izradu se većinom koriste fosilna goriva, što negativno utječe na okoliš. Naravno, utjecaj prilikom izrade je zanemariv, ukoliko se gleda cjeloukupno korištenje električnih vozila.

Napretkom električnih vozila i razvijanjem istih, cijena vozilima pada, odnosno postaje pristupačnija nego što je to ranije bila. Sve više ljudi se odlučuje na kupnju električnih vozila,

jer znaju koliko su takva vozila pogodnija za okoliš, pa tako i za udobnost u vožnji, sigurnost i slično. Mnogi proizvođači su počeli proizvoditi električna vozila niže cijene, dostupnija široj javnosti, što je naravno utjecalo na povećanje prodaje navedenih vozila.

Dakle, zaključak na temelju svih prikupljenih podataka i provedenog istraživanja govori da su električna vozila vrlo bitna za cijelo društvo. Iako mnogo ljudi još smatra da električna vozila nisu dovoljno brza ili sigurna, postoji mnogo pokazatelja koji pokazuju upravo suprotno. Električna vozila mogu biti nevjerojatno, brza kao što je to slučaj s *Neverom*, vozilom našeg poznatog mladog poduzetnika Mate Rimca, te sigurna kao što je to vozilo *Cybertruck*, proizvođača Tesle. U budućnosti će se ljudi zasigurno odlučiti na kupovinu električnih vozila, no potrebno je vrijeme kako bi ljudi shvatili koliko je ova vrsta vozila zapravo pogodna. Jedan čovjek može utjecati na očuvanje okoliša i zdraviji svijet, te je kupovina ove vrste vozila upravo dokaz da se to može realizirati.



**IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

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, Sauda Svičić (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Primjena i utjecaj elek. automobila u urbanim sredinama (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Sauda Svičić  
(vlastoručni potpis)

Sukladno 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.

Ja, Sauda Svičić (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Primjena i utjecaj elek. automobila u urbanim sredinama (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Sauda Svičić  
(vlastoručni potpis)



## Literatura

### Knjige:

- [1] M. Stojkov, D. Gašparović, D. Pelin, H. Glavaš, K. Hornung, N. Mikulandra (2014.)  
Električni automobil-povijest razvoja i sastavni dijelovi
- [2] Alajbeg, I.,(2014.) Električni automobili i održiv razvoj, Split.
- [3] Kozmar, H.Procino L., Borsani A.,Bartoli G.,(2008.)Ispitivanja aerodinamičkih  
svojtava cestovnih vjetrobrana
- [4] Metikoš – Huković, M. (2000.) Elektrokemija. Interni udžbenik. Zagreb: Fakultet  
kemijskog inženjerstva i tehnologije.
- [5] Nazri, G.A., Pistoia G., (2009.) Lithium batteries: Science and Technology.
- [6] Julien, C., Mauger, A., Vijn, A., Zaghib, K.,(2016.)Lithium Batteries: Science and  
Technology. 2016

## Članci:

- [7] Hrvatska enciklopedija, URL: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=67917>;  
(pristupljeno 30.07.2021.)
- [8] Elektroautor, URL: [www.elektroautor.com/hr/geschichte-des-elektroautos/](http://www.elektroautor.com/hr/geschichte-des-elektroautos/);  
(pristupljeno 30.07.2021.)
- [9] How a car work, URL: [www.howacarworks.com/basics/how-a-car-electrical-systems-work](http://www.howacarworks.com/basics/how-a-car-electrical-systems-work/);  
(pristupljeno 30.07.2021.)
- [10] Machine learning assisted materials design and discovery for rechargeable batteries, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405829720302567>,  
(pristupljeno 30.07.2021.)
- [11] Usporedba troškova - Auto na struju isplativ nakon 125.000 kilometara, URL: <https://www.jutarnji.hr/autoklub/usporedba-troskova-auto-na-struju-isplativ-nakon-125000-kilometara-8649611>,  
(pristupljeno 28.07.2021.)
- [12] Fuel economy is the focus of aerodynamics, URL: <http://www.edmunds.com/fueleconomy/fuel-economy-is-the-focus-of-aerodynamics.html>,  
(pristupljeno 16.07.2021.)
- [13] Kontroler za električni automobil, URL: <http://vozac.tesea.com/kontroler-za-elektricni-automobil/>,  
(pristupljeno 20.09.2021.)
- [14] Bolt, URL: <https://blog.bolt.eu/hr/koja-je-razlika-izmedu-elektricnih-i-hibridnih-automobila/>,  
(pristupljeno 20.09.2021.)
- [15] Green car congress, URL: <https://www.greencarcongress.com/2010/04/acea-tax-20100421.html#more>,  
(pristupljeno 20.07.2021.)
- [16] Dasović, A. (2015) Povijest električnih automobila. Diplomski rad. Veleučilište u Karlovcu.
- [17] Shaikh, D. (2018). Električni automobili, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet
- [18] A Brief Review of Current Lithium Ion Battery Technology and Potential Solid State Battery Technologies, URL: <https://arxiv.org/abs/1803.04317>,  
(pristupljeno: 26.09.2021.)
- [19] Amnesty International: Proizvodnja baterija za električna vozila štetna za okoliš, URL: <https://www.civilnodrustvo.hr/amnesty-international-proizvodnja-baterija-za-elektricna-vozila-stetna-za-okolis/>,  
(pristupljeno: 26.09.2021.)

- [20] Baterija za električne automobile od 2 milijuna, URL: <https://www.vidi.hr/Pop-Tech/Baterija-za-elektricne-automobile-od-2-milijuna-km>, pristupljeno: 26.09.2021.
- [21] Global share of Hybrid & Electric vehicles, AltiGreen Drive electric, URL: <https://altigreen.com/news/>, pristupljeno: 26.09.2021.
- [22] Mikulić D., Rauker J., Šaban A., B. Katana (2020): Karakteristike automobila budućnosti u kontekstu razvoja sigurnosti prometa, Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica
- [23] Lee H., Clark A. (2018): Charging the Future: Challenges and Opportunities for Electric Vehicle Adoption, Faculty Research Working Paper Series, Harvard Kenedy School
- [24] Offer G.J., Howey D., Contestabile M., Clague R., Brandon N.P (2009): Comperative analysis of battery electric, hydrogen fuel cell and hybrid vehicles in a future sustainable road transport system, Energy policy, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421509006260>, (pristupljeno: 26.09.2021.)
- [25] Ovo je sve što trebate znati o povijesti i budućnosti baterija u električnim vozilima, URL: <https://www.autopress.hr/ovo-je-sve-sto-trebate-znati-o-povijesti-i-buducnosti-baterija-u-elektricnim-vozilima/>,(pristupljeno: 26.09.2021.)
- [26] Prodaja električnih vozila u EU će se ove godine utrostručiti, URL: <https://elvonet.com/elektricni-automobili-hibridni-automobili/prodaja-elektricnih-vozila-u-eu-ce-se-ove-godine-utrostruciti/>, (pristupljeno: 26.09.2021.)
- [27] Scaling up the transition to electric mobility, URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>, (pristupljeno: 26.07.2021.)
- [28] Volkswagen – baterije će trajati cijeli životni vijek električnog, URL: <https://www.autonet.hr/aktualno/vijesti/volkswagen-baterije-ce-trajati-cijeli-zivotni-vijek-elektricnog-automobila/>, (pristupljeno: 27.09.2021.)

## Linkovi:

- [29] CROENERGO, URL: <http://aatg.energy/croenergo-eu-geotermalni-izvori-nedovoljno-iskoristeni-izvor-ciste-energije/>; (pristupljeno 30.07.2021.)
- [30] Carsharing, URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Carsharing>, (pristupljeno 20.09.2021.)
- [31] (Spin city, URL: <https://spincity.hr/>, (pristupljeno 20.09.2021.)
- [32] Auto hrvatska, URL: <https://www.autohrvatska.hr/audi-plug-in-hibridna-vozila-phev.aspx>, (pristupljeno 20.09.2021.)
- [33] Menerga, URL: <https://www.menerga.hr/klimatizacija-ventilacija-hladenje-grijanje/automatizacija-zgrada-integrator-sustava/centralni-nadzorni-sustav-cns/>, (pristupljeno 20.09.2021.)
- [34] HRVATSKA ENCIKLOPEDIJA, Električni motor, URL: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=17584>; (pristupljeno 30.07.2021.)
- [35] World solar challenge, URL: <http://www.worldsolarchallenge.org>, (pristupljeno 28.07.2021.)
- [36] American solar challenge, URL: <http://www.americansolarchallenge.org>, (pristupljeno 15.07.2021.)
- [37] Solar impulse, URL: <http://www.solarimpulse.com>, (pristupljeno 15.07.2021.)
- [38] South solar african challenge , URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/South\\_African\\_Solar\\_Challenge](http://en.wikipedia.org/wiki/South_African_Solar_Challenge); (pristupljeno 15.07.2021.)
- [39] Poslovni dnevnik, URL: <https://www.poslovni.hr/hrvatska/dok-ing-lansiranovi-e-auto-paralelno-s-poticajima-266111>. (pristupljeno 25.07.2021.)
- [40] Aerodynamics efficiency, URL: [http://www.exa.com/aerodynamic\\_efficiency.html](http://www.exa.com/aerodynamic_efficiency.html); (pristupljeno 16.07.2021.)
- [41] DIREKTIVA 2014/94 EU PARLAMENTA I VIJEĆA O USPOSTAVI INFRASTRUKTURE ZA ALTERNATIVNA GORIVA
- [42] UREDBA (EU) br. 1025/2012 Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2012. o europskoj normizaciji, o izmjeni direktiva Vijeća 89/686/EEZ i 93/15/EEZ i direktiva 94/9/EZ, 94/25/EZ, 95/16/EZ, 97/23/EZ, 98/34/EZ, 2004/22/EZ, 2007/23/EZ, 2009/23/EZ i 2009/105/EZ Europskog parlamenta i Vijeća te o stavljanju

izvan snage Odluke Vijeća 87/95/EEZ i Odluke br. 1673/2006/EZ Europskog parlamenta i Vijeća (SL L 316, 14.11.2012., str. 12.).

- [43] DIREKTIVA 2008/68/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 24. rujna 2008. o kopnenom prijevozu opasnih tvari
- [44] DIREKTIVA 2006/87/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 12. prosinca 2006. o utvrđivanju tehničkih pravila za plovila unutarnje plovidbe i stavljanju izvan snage
- [45] Direktive Vijeća 82/714/EEZ (SL L 389, 30.12.2006) Uredba (EZ) br. 595/2009 Europskog parlamenta i Vijeća od 18. lipnja 2009. o homologaciji motornih vozila i motora s obzirom na emisije iz teških vozila (Euro VI) i o pristupu informacijama za popravak i održavanje vozila i izmjenama Uredbe (EZ) br. 715/2007
- [46] DIREKTIVA 2007/46/EZ i stavljanju izvan snage direktiva 80/1269/EEZ, 2005/55/EZ i 2005/78/EZ
- [47] DIREKTIV 2009/30/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. travnja 2009. o izmjeni Direktive 98/70/EZ u pogledu specifikacije benzina, dizelskoga goriva i plinskog ulja i uvođenju mehanizma praćenja i smanjivanja emisija stakleničkih plinova, o izmjeni Direktive Vijeća 1999/32/EZ u pogledu specifikacije goriva koje se koristi na plovilima na unutarnjim plovnim putovima i stavljanju izvan snage Direktive 93/12/EEZ.

## Popis slika

|  |    |
|--|----|
| Slika 2.1. Električni automobil, Ferdinand Porsche .....   | 4  |
| Slika 2.2. Hibridno vozilo .....   | 6  |
| Slika 2.3. Akumulatorska baterija.....   | 8  |
| Slika 2.4. Električni automobil, Tesla.....  | 11 |
| Slika 3.1. Princip rada električnog vozila .....   | 18 |
| Slika 3.2. Blok shema .....  | 19 |
| Slika 3.3. Elektromotor .....  | 21 |
| Slika 3.4. Presjek istosmjernog motora.....  | 21 |
| Slika 3.5. Prikaz načina rada kontrolera u elek.automobilu.....                                    | 22 |
| Slika 3.6. Smještaj akumulatorskih baterija .....  | 24 |
| Slika 3.7. Punjač akumulatorskih baterija .....  | 27 |
| Slika 3.8. Diferencijal i elektromotor u sklopu ovjesa kotača, Concept One, Rimac automobili ..... | 28 |
| Slika 3.9. Plug in punjenje.....   | 31 |
| Slika 4.1. Biodizel.....   | 34 |
| Slika 5.1. Ispitivanje aerodinamičnosti automobila u zračnom tunelu. ....                          | 41 |
| Slika 5.2. Elen punionica.....   | 43 |

## Popis grafikona

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Grafikon 9.1. Dobne kategorije i broj ispitanika .....  | 65                                  |
| Grafikon 9.2. Broj ispitanika po spolu .....  | 66                                  |
| Grafikon 9.3. Stručna sprema ispitanika .....   | 67                                  |
| Grafikon 9.4. Radni status ispitanika .....   | 68                                  |
| Grafikon 9.5. Ukupni godišnji prihod ispitanika .....   | 69                                  |
| Grafikon 9.6. Vozačko znanje ispitanika .....   | 69                                  |
| Grafikon 9.7. Rezultati istraživanja na pitanje : Da li ste upoznati sa pojmom „električni automobil?“ .....  | 70                                  |
| Grafikon 9.8. Rezultati istraživanja na pitanje: „Koja je svrha Vašeg dnevnog putovanja?“ .....   | 71                                  |
| Grafikon 9.9. Rezultati pitanja: „Koliko kilometara prođete za neki od ponuđenih odgovora u pitanju prije?“ .....   | 72                                  |
| Grafikon 9.10. Rezultati pitanja : „Koliko vozila ima Vaše kućanstvo?“ .....  | 73                                  |
| Grafikon 9.11. Rezultati pitanja :“Koliko se daleko nalazite od prve punionice za električno vozilo?“ .....   | 74                                  |
| Grafikon 9.12. Grafikon 12 Grafikon 0.13 Rezultati pitanja: „1.Ocjenama od 1 do 5, izrazite Vaš stupanj slaganja s navedenim tvrdnjama, gdje je 1 - u potpunosti se ne slažem, 2 - ne slažem se, 3 - niti se slažem, niti se ne slažem, 4 - slažem se, 5 - u potpunosti se slažem.“ | 75                                  |
| Grafikon 9.14. Rezultati istraživanja: „Električna vozila skuplja su za održavanje u odnosu na konvencionalna vozila“ .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Grafikon 9.15. Rezultati na pitanje : „Električni automobili su trenutno jako skupi“ .....  | 77                                  |
| Grafikon 9.16. Rezultati pitanja : „ Vožnja električnog automobila 100 km košta manje od 2 eura (približno 15 kn).“ .....   | 78                                  |
| Grafikon 9.17. Rezultati pitanja: „Električni automobili su sigurni.“ .....   | 79                                  |
| Grafikon 9.18. Rezultati pitanja: „Troškovi održavanja električnih automobila su visoki.“ .....   | 80                                  |
| Grafikon 9.19. Rezultati pitanja: „Što mislite kolika su prijetnja globalne klimatke promjene za čovječanstvo?“ .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

## **Popis tablica**

|   |    |
|---|----|
| Tablica 9.1. Dobne kategorije i broj ispitanika ..... | 65 |
|---|----|