

Suvremena osobna e-vozila: tehničko tehnološke značajke i poticajne mjere

Pavlović, Bruno

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:627930>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Bruno Pavlović

**SUVREMENA OSOBNA E-VOZILA: TEHNIČKO TEHNOLOŠKE
ZNAČAJKE I POTICAJNE MJERE**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**Suvremena osobna e-vozila: tehničko tehnološke značajke i
poticajne mjere**

**Contemporary personal e-vehicles: technological features and
incentives**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Niko Jelušić

Student: Bruno Pavlović

Komentor: Dominik Cvetek, mag.ing.traff.

JMBAG: 0135248846

Zagreb, rujan 2019.

SUVREMENA OSOBNA E-VOZILA: TEHNIČKO TEHNOLOŠKE ZNAČAJKE I POTICAJNE MJERE

SAŽETAK

U ovom završnom radu opisane su tehničko tehnološke značajke osobnih električnih vozila te karakteristike punionica za električna vozila. Navedene su ekonomske i ekološke prednosti osobnih električnih vozila u odnosu na konvencionalna vozila koje su direktno povezane s poticajnim mjerama koje za cilj imaju približiti elektro mobilnost kupcima i samim time povećati prodaju novih osobnih električnih vozila. Predstavljene su rezultati provedenog ispitivanja građana o poznavanju tehnologija i poticaja za kupnju električnih vozila te je prikazano u kojoj su mjeri ispitanici spremni zamijeniti konvencionalno vozilo sa osobnim električnim vozilom. Perspektiva osobnih električnih vozila prikazana je na kraju završnog rada.

Ključne riječi: električna vozila; elektro mobilnost; ekologija

SUMMARY

This final paper describes the technical and technological features of personal electric vehicles, and characteristics of charging stations for electric vehicles. The economic and ecological benefits of personal electric vehicles over conventional vehicles that are directly linked to incentive measures that aim to bring electro mobility closer to customers and thereby increase sales of new electric vehicles are outlined. The results of the conducted citizen survey on knowledge of technologies and incentives for purchasing electric vehicles are presented and the extent to which respondents are willing to replace a conventional vehicle with a personal electric vehicle is shown. The perspective of personal electric vehicles is presented at the end of the final paper.

Keywords: electric vehicles; electro mobility; ecology

Sadržaj

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Uvod..... | 1 |
| 2 | Tehničko tehnološke značajke osobnih e-vozila..... | 3 |
| 2.1 | Hibridna električna vozila | 3 |
| 2.1.1 | Izvedbe hibridnog pogonskog sustava | 5 |
| 2.1.2 | Način rada hibridnog pogona u vožnji | 6 |
| 2.2 | Plug-in hibridna električna vozila | 7 |
| 2.3 | Električna vozila s akumulatorom..... | 8 |
| 2.3.1 | Električni motor..... | 9 |
| 2.3.2 | Elektrokemijski akumulator | 9 |
| 2.4 | Izbor baterija kod hibridnih i električnih vozila..... | 10 |
| 2.5 | Suvremena osobna električna vozila | 12 |
| 2.5.1 | Rimac C_Two | 13 |
| 2.5.2 | Audi E-tron..... | 13 |
| 2.5.3 | BMW i8 Coupe | 14 |
| 2.5.4 | Toyota Prius | 15 |
| 3 | Infrastruktura za e-vozila | 16 |
| 3.1 | Stanica za napajanje električnih vozila | 16 |
| 3.2 | Načini punjenja električnih vozila..... | 17 |
| 3.3 | Infrastruktura u Hrvatskoj | 18 |
| 3.4 | Infrastruktura u Europi i svijetu | 19 |
| 4 | Ekonomski i ekološki aspekti korištenja e-vozila..... | 21 |
| 5 | Poticajne mjere za povećanje udjela e-vozila | 23 |
| 5.1 | Poticajne mjere u Hrvatskoj | 23 |
| 5.1.1 | Sufinanciranje električnih vozila..... | 23 |
| 5.1.2 | Sufinanciranje gradnje punionica za električna vozila..... | 24 |
| 5.1.3 | Promicanje elektro mobilnosti | 24 |
| 5.1.4 | Broj registriranih e-vozila | 26 |
| 5.2 | Poticajne mjere u svijetu | 27 |
| 6 | Perspektiva osobnih e-vozila..... | 30 |
| 7 | Zaključak..... | 37 |

| | |
|-------------------------|----|
| Literatura | 39 |
| Popis ilustracija | 41 |
| Popis grafikona..... | 42 |
| Popis kratica | 42 |

1 Uvod

Suvremena osobna e-vozila zauzimaju sve veći udio u automobilskoj industriji. Udio takvih vozila povećava se iz ekoloških razloga sa jedinstvenim ciljem proizvodnje automobila koja neće proizvoditi štetne ispušne plinove. Uz pojam ekologije se veže i pojam ekonomije koji se očituje u raznim elementima poput financijske vrijednosti novih električnih vozila, baterija, infrastrukture, financijskih poticaja za kupnju električnih vozila i drugih.

Električna vozila imaju niz prednosti u odnosu na vozila s unutarnjim izgaranjem, a jedna od najvećih prednost je i jednostavnost konstrukcije automobila. Osim toga su tiha i jedini izvor buke proizlazi iz kotrljanja pneumatika.

Financijski poticaji će ubrzati cijeli proces svijesti, prilagodbe i same kupnje e-vozila čime će se paralelno povećati potražnja za takvim vozilima. U Republici Hrvatskoj se mjere sufinanciranja novih e-vozila provode jednom godišnje te se svake godine povećava iznos sufinanciranih sredstava.

Ovaj rad obrađuje karakteristike osobnih električna vozila i javnih punionica te je prikazano kako i na koji način električna vozila djeluju na ekonomiju i ekologiju. U radu je objašnjeno kako poticajne mjere utječu na prodaju novih osobnih električnih vozila i na njihovu budućnost. Završni rad se sastoji od 7 cjelina :

1. Uvod
2. Tehničko tehnološke značajke osobnih e-vozila
3. Infrastruktura za e-vozila
4. Ekonomski i ekološki aspekti korištenja e-vozila
5. Poticajne mjere za povećanje udjela e-vozila
6. Perspektiva osobnih e-vozila
7. Zaključak

U drugom poglavlju objašnjeni su pojmovi vezani za električna vozila te kako je napredak tehnike i tehnologije utjecao na razvoj električnih vozila. Naglasak je na hibridima, plug-in hibridima, električnim vozila s produljenim dometom i električnim vozilima s baterijom.

Treće poglavlje sadrži opis punionica sa njihovim glavnim karakteristikama te načine punjenja električnih vozila.

Četvrto poglavlje Ekonomski i ekološki aspekti korištenja e-vozila, sadrži ekonomske i ekološke prednosti električnih vozila u usporedbi s konvencionalnim vozilima te opis proizvodnje baterija za koje se smatra da svojom proizvodnjom narušavaju ekološka načela.

U petom poglavlju opisani su poticaji kojima država želi unaprijediti prometni sustav u pogledu ekologije i energetske učinkovitosti, te kako i na koji način dobiti bespovratna sredstva pri kupnji e-vozila.

Šesto poglavlje bazira se na analizi postojećeg stanja, odnosno opisuje povezivanje sustava elektro mobilnosti. Budućnost je glavna smjernica ovog poglavlja koja sadržava predviđanja e-vozila i potrebne infrastrukture. Osim toga prikazani su rezultati anketnog upitnika o osviještenosti javnosti o poznavanju električnih vozila.

2 Tehničko tehnološke značajke osobnih e-vozila

Električna vozila se u usporedbi sa konvencionalnim vozilima razlikuju u mnogim elementima dok se najveća razlika očituje u pogonskom izvoru. Konvencionalna vozila koriste motor s unutrašnjim izgaranjem, dok električna vozila kao primarni ili sekundarni pogonski izvor koriste elektromotor [1].

Postoje tri osnovne vrste vozila koje imaju električni pogon [2]:

1. Hibridna električna vozila
2. Plug-in hibridna električna vozila
3. Električna vozila s akumulatorom.

Hibridna vozila (eng. Hybrid Electric Vehicle, HEV) su vozila koje za pogon koriste dva ili više izvora energije. U usporedbi sa konvencionalnim vozilima, hibridna vozila su ekonomičnija i imaju manju emisiju štetnih plinova koji onečišćuju okoliš [2] [3].

Plug-in hibridna električna vozila (eng. Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV) je potpuno hibridno vozilo opremljeno akumulatorom koji ima mogućnost punjenja preko električnog utikača kako bi se nadopunio akumulator te kako bi se time smanjila upotreba motora s unutarnjim izgaranjem. Ovaj je tip vozila koji je najučinkovitiji za putovanja na manjim udaljenostima te se na taj način može gotovo u potpunosti izbjeći korištenje motora s unutarnjim izgaranjem [2].

Električna vozila s akumulatorom (eng. Battery Electric Vehicle, BEV) koriste elektromotore i regulatore motora za pogon. Električna energija služi za pokretanje vozila i jedini je pogonski izvor električnih vozila. BEV pohranjuju električnu energiju u uređaj za pohranu energije - u bateriju koja pokreće kotače vozila preko električnog motora [2] [4].

2.1 Hibridna električna vozila

Hibridna električna vozila su vozila pokretana kombinacijom dva ili više izvora energije, umjesto jednog kao kod konvencionalnih automobila. Najčešća je kombinacija benzinskog ili dizelskog motora s elektromotorom kapaciteta baterija oko 10 kWh [3] [5].

Uvjeti vožnje određuju koji pogon preuzima vodeću ulogu. Princip rada hibridnog pogona je da se u rad što učestalije uključuje elektromotor radi manje potrošnje goriva i što veće vučne snage. Dodatni izvor snage koji može funkcionirati kao glavni pogon, kao dodatna potisna sila ili zajednička snaga automobila uz potrošnju goriva koja je i do dva puta manja u odnosu na konvencionalne automobile. HEV prema vrstama različitih ugrađenih pogonskih motora dijele se na [6]:

- hibride koji kombiniraju motor s unutarnjim izgaranjem (benzinski ili dizel) i elektromotor
- hibride koji kombiniraju motor s unutarnjim izgaranjem ili elektromotor sa zrakom (hibridi na stlačeni zrak)
- hibride pokretani ljudskim pogonom ili snagom vjetra i elektromotorom.

Pri manjim brzinama vožnje, hibridi mogu raditi isključivo na baterijskom paketu i električnom motoru. S druge strane, funkcija regenerativnog kočenja omogućuje punjenje akumulatora hibridnog vozila pomoću energije koja se dobiva dok se vozila zaustavlja dok start-stop sustavi isključuju motor pri zaustavljanju i time smanjuju potrošnju električne energije u praznom hodu [7], a navedeni elementi HEV su prikazani na slici 1.



Slika 1. Elementi hibridne tehnologije, [7]

2.1.1 Izvedbe hibridnog pogonskog sustava

Hibridni pogonski sustavi se mogu podijeliti, s obzirom na vezu mehaničkog i električnog dijela u tri skupine [8]:

- serijski,
- paralelni i
- serijsko-paralelni hibridi.

U osobnim vozilima najčešće se koristi paralelni hibridni sustav kod kojega kotače pokreću i benzinski motor i elektromotor [6].

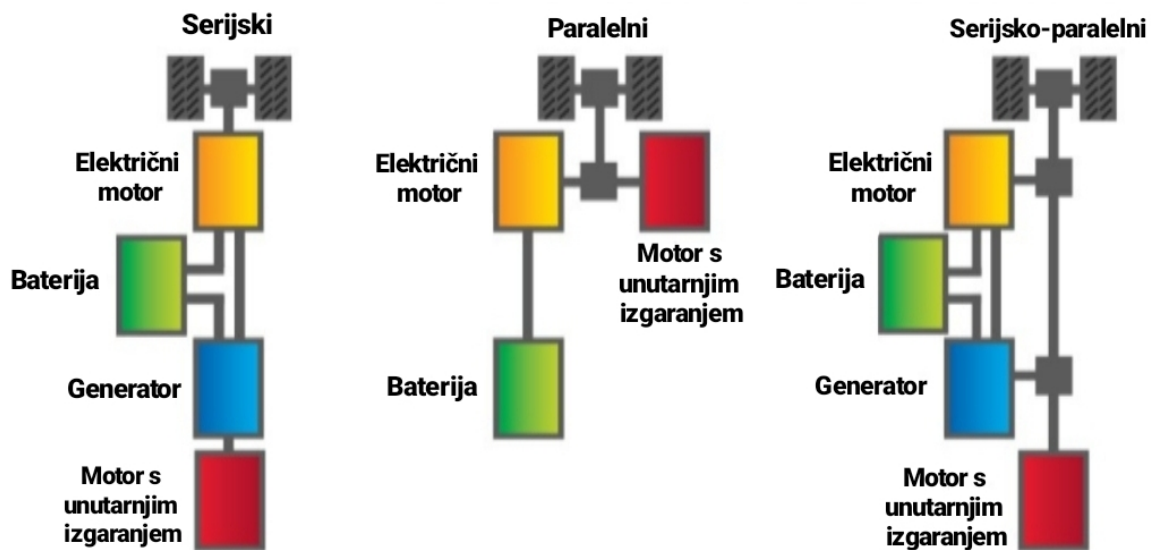
S druge strane, s obzirom na autonomnost električnoga pogona, hibridi se dijele na: djelomične (eng. Mild Hybrid) i potpune (eng. Full Hybrid) [8].

Kod serijskog hibrida struja od generatora do kotača protječe serijski i kotače pokreće isključivo elektromotor, zbog čega su performanse vozila ograničene snagom motora. Benzinski motor služi isključivo za pogon generatora, koji dovodi energiju pogonskim elektromotorima i akumulatorima. Generator je napravljen kao elektromotor, pa se u sustavu nalaze dva elektromotora od kojih jedan puni baterije, a drugi pokreće kotače. Vozilo se vremenski kratko može kretati i sa ugašenim benzinskim motorom, te je stoga ekološki prihvatljiv [6].

Paralelni hibrid ima dvostruki pogon gdje kotače u isto vrijeme pokreću i benzinski motor i elektromotor. Preuzimanje vodeće uloge pogona određuju uvjeti vožnje. Benzinski motor i pogonski elektromotor prenose okretni moment na kotače istovremeno, pri čemu elektromotor pomaže benzinskom motoru pri pogonu vozila. Karakteristična su velika ubrzanja kod ovakvih vozila, no potrošnja goriva nije uvijek ekonomična. Vožnja isključivo sa elektromotorom nije moguća, benzinski motor nije moguće ugasiti zbog mehaničke povezanosti. Osim toga, baterija se puni prespajanjem elektromotora u funkciju generatora. Osnovni problem je u tome što paralelni hibrid ne može puniti baterije (osim na nizbrdici), dok iz njih istodobno troši struju za pokretanje elektromotora i kotača i obrnuto. Serijsko–paralelni hibrid je kombinacija dvaju sustava (THS sustav). Benzinski motor i elektromotor sinkronizirano pokreću kotače, a generator obavlja punjenje baterija, te se po potrebi spaja na pogon jednog ili drugog motora. Ovisno o uvjetima vožnje, vozilo se kreće s jednim ili oba pogonska sklopa, pri čemu se baterije stalno dopunjuju. U jednim uvjetima rada dominira benzinski motor, a u drugim elektromotor. Benzinski motor,

elektromotor i generator su mehanički povezani uz pomoć planetarnog reduktora i njima upravlja inteligentni računalni sustav. Sustav tako uvijek osigurava odlične performanse, a da pri tome čuva energiju [6].

Na slici 2. prikazane su vrste hibridnog pogonskog sustava s obzirom na vezu mehaničkog i električnog dijela, a to su serijski, paralelni i serijsko-paralelni.



Slika 2. Hibridni pogonski sustav s obzirom na vezu mehaničkog i električnog dijela, [7]

2.1.2 Način rada hibridnog pogona u vožnji

HEV s mjesta kretanja koristi isključivo električni pogon trošeći struju iz baterije, bilo o kojem smjeru da se radi. Tako se iz mirovanja pokreće bez ispušnih plinova s optimalnim utroškom energije. Kada vozilo postigne određenu brzinu, uključuje se benzinski motor koji pokreće prednje kotače prednje kotače i generator koji rasterećuje baterije za pogon elektromotora. Mikrokontroler je uređaj koji određuje optimalno trošenje energije te se pomoću njega nadzire i određuje omjer opterećenja između elektromotora i benzinskog motora [6].

Kod uzbrdice ili ubrzanja, baterija opskrbljuje motor s više struje (jer je potrebna veća snaga), aktiviraju se i benzinski i elektromotor te se pojačava dotjecanje energije iz baterije. Kao rezultat

proizlazi pouzdano i ujednačeno ubrzanje ili svladavanje uspona. Pri usporavanju ili kočenju, elektromotor preuzima ulogu generatora i puni bateriju električnom energijom koja je proizvedena gibanjem automobila i i vrtnjom kotača, odnosno regenerativnog kočenja. Tada je benzinski motor isključen, a zalihe energije u bateriji se povećavaju. Kontrolni uređaj prati napunjenost baterije i ako otkrije da je baterija ispražnjena, automatski uključuje benzinski motor koji puni bateriju. Kada se HEV kreće zaustavljati, gasi se benzinski motor, a zaliha električne energije održava ostale funkcije poput klima uređaja, svjetla i ostalih uređaja [6].

2.2 Plug-in hibridna električna vozila

Plug-in hibridno vozilo sastoji se od kombinacije motora s unutarnjim sagorijevanjem i električnog motora s baterijama koje ima snagu oko 18 kWh i ima mogućnost spajanja na gradsku mrežu pomoću utičnice kako bi se napunile baterije te se na taj način može potpuno izbjeći upotreba motora s unutarnjim izgaranjem [5]. PHEV je najučinkovitiji za putovanja manjim udaljenostima. Plug-in hibrid može biti izveden i sa serijskim i s paralelnim pogonskim sustavom. Jedna od prednosti plug-in hibridnih automobila je ta kada se baterije isprazne, cijeli pogonski sustav prelazi na motor s unutarnjim izgaranjem [2].

Autonomija kretanja PHEV ovisi o modelu vozila, stilu vožnje, topografiji i uvjetima na cesti. PHEV se može puniti kod kuće uz pomoć zidne kutije instalirane na prilazima ili u garažama dok je druga opcija punjenje na javnim stanicama. Osim toga, vrijeme punjenja ovisi o izvoru i jakosti energije. Precizna vremena punjenja prikazana su u tehničkim specifikacijama PHEV [9].

Serijski PHEV naziva se i električno vozilo s produljenim dometom (eng. Extended Range Electric Vehicles, EREV). Električna vozila s produljenim dometom koriste motor s unutarnjim izgaranjem za punjenje baterija. Za razliku od hibridnih i plug-in hibridnih automobila, kod EREV-a elektromotor uvijek pokreće kotače na vozilu. EREV koristi struju kao primarni izvor, a benzin kao sekundarni pogonski izvor kojim se generira struja [3] [10].

Zavisno o vremenskim prilikama, uključenim električnim uređajima te načinom vožnje, EREV može prijeći 65 kilometara na struju pohranjenoj u 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. Primjer EREV je Chevrolet Volt koji ima električni motor

snage 150KS i 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 [3].

2.3 Električna vozila s akumulatorom

Električna vozila s akumulatorom (eng. Battery Electric Vehicles, BEV) pokreće električni motor kojem je izvor energije isključivo akumulator, što je ujedno i osnovna razlika u odnosu na PHEV [2]. Kapacitet akumulatora ovisi o klasi vozila, a može biti čak i 110 kWh [5]. Akumulatori mogu obnavljati koristeći energiju iz izvora koji je izvan vozila kao što je vlastita ili javna električna punionica. Zbog sve veće ekološke osviještenosti i zbog ogromnog napretka u učinkovitosti baterija, mnoge su prednosti električnih automobila u odnosu na konvencionalne [6]:

- nema emisije stakleničkih plinova
- manja ovisnost o fosilnim gorivima
- veća učinkovitost motora
- manja razina buke.

Dijelovi koji sačinjavaju električni automobil su: električni motor, električne pogonske baterije, upravljač (kontroler) motora, analogno-digitalni pretvarač signala papučice gasa, sklopnik, osigurač ili prekidač, istosmjerni pretvarač napona za pogon uobičajeno ugrađenih trošila vozila na naponskoj razini 12V, mjerni instrumenti za upravljanje vozila, (pokazivač preostalog kapaciteta baterija, napon, struja, snaga, brzina) i punjač baterija. Baterija određuje ukupne karakteristike električnog vozila, definira njegovu cijenu, autonomiju (doseg) i njegovu raspoloživost, a dva su čimbenika koji određuju performanse baterije su energija (prijeđena udaljenost) i snaga (ubrzanje). Osim toga, omjer snage i energije pokazuje koliko je snage po jedinici energije potrebno za određenu primjenu. Električni motor je najvažniji dio svakog električnog automobila. Osnovne vrste elektromotora prema izvoru napajanja su istosmjerni motori (DC), izmjenični motori (AC) i koračni elektromotori. Prednosti asinkronih (AC) elektromotora u odnosu na istosmjerne su: manja masa i dimenzije, manji moment inercije, manja cijena, veća brzina vrtnje i jednostavnije održavanje dok se prednost istosmjernih elektromotora u odnosu na asinkrone očituje u lakšem upravljanju. Jedna od najvećih prednosti elektromotora je ta što daje bolje ubrzanje u usporedbi s benzinskim motorom (ima linearno ubrzanje), a induksijski motor

(AC asinhroni motor) je najčešći model elektromotora koji se ugrađuje u električne automobile zbog jednostavnog dizajna i niskih troškova proizvodnje. Kočioni sustav električnih vozila konstruiran je tako da se prilikom usporavanja oslobođena energija deceleracije pohranjuje u bateriju (tzv. regenerativno kočenje). Ova osobitost električnih vozila ističe se osobito u gradskim sredinama gdje je ovakav način vožnje najčešći. U usporedbi s konvencionalnim motorima, motori električnih automobila imaju samo nekoliko pokretnih dijelova te su troškovi održavanja minimalni. Kod vožnje električnih vozila, smanjen je vozački umor zbog automatskog mjenjača, manje vibracija te ujednačenijeg i većeg ubrzanja te izostanak buke motora [6].

2.3.1 Električni motor

Električni motor je električni stroj koji električnu energiju pretvara u mehaničku koristeći princip elektromagnetske indukcije [3]. Elektromotori imaju znatno veću iskoristivost od benzinskih i dizelskih. Osim toga jednostavnije su konstrukcije što smanjuje mogućnost kvara te potrebe zbrinjavanja zamijenjenih dijelova. Na električnom automobilu nema potrebe za promjenom motornog ulja koje predstavlja veliku potencijalnu opasnost za onečišćenje okoliša. Električno vozilo u usporedbi s vozilom koje ima motor s unutarnjim sagorijevanjem može ostvariti uštedu energije do 82% za gradske i prigradske vožnje [11].

Električni motor može biti istosmjerni ili reluktantni. Istosmjerni motori se koriste u sustavima gdje je prisutno često kretanje, kočenje i kretanje unatrag, a u sustavima gdje je potrebna promjenjiva brzina vrtnje motora ugrađuje se reluktantni koji je pogodan za primjenu u električnim vozilima, kao i u dijelovima zrakoplovnog pogonskog sustava [2].

2.3.2 Elektrokemijski akumulator

Elektrokemijski akumulator sastavljen je od više ćelija, od kojih svaka ima nazivni napon 2 volta, a predstavlja bateriju koja se može ponovo puniti i pod određenim uvjetima akumulirati električnu energiju. U praksi je baterija spremnik električne energije koju nakon što se isprazni se ne možemo iskoristiti, stoga se može zaključiti da su akumulatori baterije, ali sve baterije nisu akumulatori. Akumulator je spremnik električne energije, kojom opskrbljuje električni pokretač, svjetla, signalne uređaje i druge potrošače struje [2] [12].

2.4 Izbor baterija kod hibridnih i električnih vozila

Baterije koje se ugrađuju u električna vozila su u različitim oblicima i veličinama, ali najčešći oblici su prizmatični ili cilindrični. Baterijska ćelija skupina je elektroda u jednom spremniku koja pokazuje osnovni napon baterije. Obično joj napon iznosi od 1 do 4 volti. Paket baterija električnog vozila sastoji se od niza baterijski modula u jednom spremniku koji su spojeni serijski ili paralelno. Baterijski paketi sadrže elektroniku i sustav protiv pregrijavanja koji su potrebni za normalni rad baterije. U prosjeku električna vozila sadrže 10-40 baterijskih modula i uobičajeno rade na rasponu od 100 do 350V. U kućištu baterije za električna i hibridna vozila se nalazi više baterijskih ćelija te nekoliko elektroničkih elemenata. Razlika između baterije i ćelije je ta što ćelija predstavlja osnovnu baterijsku jedinicu i odlikuje se svojim naponom i kapacitetom, a spajanjem ćelija u seriju dobivamo bateriju čiji je napon jednak zbroju napona pojedinih ćelija. Ukupni kapacitet ostaje nepromijenjen i jednak je kapacitetu jedne ćelije. Spajanjem ćelija u paralelni spoj povećava se ukupni kapacitet uz zadržavanje napona. Najrasprostranjenije i s najvećom primjenom imaju Litij-Ionske baterije i Nikal-Metal hidridne baterije [4].

2.4.1 Litij-Ionske baterije

Litij-Ionske baterije kao osnovnu aktivnu tvar koriste litij. U usporedbi s drugim uobičajenim baterijama, litij-ionsku bateriju karakterizira velika gustoća energije i snage, duži životni vijek i prihvatljivija je za okoliš. Nedostaci se očituju kod sigurnosti, trajnosti, ujednačenosti rada i cijene baterija. Litij-ionske baterije moraju raditi u ograničenoj temperaturi i naponom, a sa prekoračenjem tih ograničenja dolazi do brzog slabljenja učinkovitosti baterije, pa čak i do ugrožavanja sigurnosti. Ova vrsta baterije odlikuje se vrlo malom masom, a velikom gustoćom energije, čak dvostruko većom od tipične nikal-metal-hidridne (NiMH) baterije, a odlikuje je i tri puta veći nazivni napon od baterija na bazi nikla (3.6V u odnosu na 1.2V) te ne zahtjeva nikakvo održavanje. Izuzetno je osjetljiva na prepunjivanje i pretjerano pražnjenje, no to kontrolira elektronika koja je ugrađena u svaku komercijalnu Li-Ion bateriju. Iako nije pogodna za pražnjenje jakim strujom, pokazala se kao izvrsno rješenje za električna i hibridna vozila [4].

2.4.2 Nikal-Metal hidridna baterija

Nikal metal hidridne baterije pružaju dobru snagu i energiju za hibridne aplikacije. Od 80% vremena punjenja je 15 minuta i može održati više od 2000 ciklusa punjenja i pražnjenja, ali troškovi sirovina još uvijek imaju visoke cijene. Prednost u odnosu na baterije sa olovom i kiselinom se očituje da će osigurati svoje mjesto kao niži trošak dodatnog sustava kontrole od onih sa natrijem i sumporom. Nikal-metal baterija je u svojim specifikacijama jedna od najboljih za primjenu u vozilima, gdje s posebnim energijama razvija veće snage i za 20-ak % u odnosu na druge [13].

2.4.3 Ostale baterije koje se upotrebljavaju u osobnim električnim vozilima

Olovni akumulator, nikal-Kadmijeve baterije, natrij-Nikal-Klorid baterije i baterije na bazi Litij-Ionskih polimera su baterije koje se još upotrebljavaju u osobnim električnim vozilima. Olovni akumulator sastoji se od jednog ili više članaka, koji sadrže dvije olovne ploče (elektrode; katodu i anodu), uronjenih u vodom razrijeđenu sumpornu kiselinu prikladnih koncentracija. Najčešće su u uporabi olovni akumulatori, koji daju napon od 2V po ćeliji. U akumulator se ugrađuje šest serijski povezanih ćelija jer vozila imaju instalaciju za napon 12V. Olovni akumulator spremnik je energije koji pretvorbom električne energije u kemijsku akumulira određeni dio dovedene električne energije. Proces pretvorbe električne u kemijsku energiju naziva se punjenje akumulatora. Priključkom trošila na stezaljke akumulatora vrši se obrnuti proces, pražnjenje akumulatora, odnosno pretvorba kemijske u električnu energiju. Nikal-Kadmijeve baterije predstavljaju prvu široko prihvaćenu punjivu bateriju opće namjene. Karakterizira je niska gustoća energije i ne ekološko prihvatljiv kemijski sastav (toksični kadmij), ali veliki životni vijek (čak i do 1500 ciklusa) i dobro podnošenje većih struja pražnjenja. Nikal-Kadmijske baterije su punjive baterije, ali nakon određenog ciklusa gube snagu i moraju se zbrinuti. Kadmij je teški metal i njegovo odlaganje u prirodi je štetno jer vremenom može doći do podzemnih voda i zatim u cijeli ekosustav u kojem se akumulira. Natrij-Nikal-Klorid baterije karakterizira vrlo visoku energetska gustoću, dugi životni ciklus i može raditi u teškim uvjetima (-40°C do +60°C). Glavne prednosti Natrij-Nikal-Klorid baterije su [4]:

- nema potrebe za hlađenjem,
- visoka gustoća energije

- dugi životni ciklus (2000 ciklusa pri zadržavanju 80% kapaciteta baterije)
- nula emisije i visoka recikliranost sirovine.

Baterije na bazi Litij-Ionskih polimera obično se sastoje od nekoliko istih sekundarnih ćelija spojene paralelno što rezultira povećanjem struje pražnjenja. Ova vrsta baterija razvila se iz Litij-Ionskih baterija, a prednost litij-Ion polimer baterija je jednostavnost konstrukcije, niži troškovi proizvodnje, pouzdanost i robusnost [4].

2.5 Suvremena osobna električna vozila

Suvremena osobna električna vozila (HEV, PHEV i BEV) u vanjskom izgledu se razlikuju samo u detaljima u odnosu na konvencionalna vozila, a najveća razlika se nalazi u pogonskom izvoru. Zajednički su im tehnološki napredni sustavi koji pomažu vozaču u vožnji koji dolaze u mnogim oblicima, a neki od njih su [9]:

- Sustav protiv izlijetanja s ceste (eng. Pilot Assist) smanjuje opterećenost vozača u monotonim uvjetima vožnje i povećava sigurnosne rezerve. Sustav osigurava unaprijedenu brzinu i održavanje sigurnosne udaljenosti te precizniji položaj na traci. Radi pri brzini do 130 km/h i naročito je koristan na autoputu jer pomaže pri smanjenju napora zbog vožnje pri većim brzinama. Za područja EU i SAD, Pilot Assist je povezan sa navigacijom koja povećava preciznost i performanse u krivinama uz pomoć drugih funkcija.
- Prilagodljivi tempomat (eng. Adaptive Cruise Control) pomaže održavati prethodno podešenu udaljenost od vozila ispred pri brzini do 200 km/h. Smanjuje opterećenost vozača u monotonim uvjetima vožnje. Kad radarski senzor otkrije sporije vozilo ispred, automatski prilagođava brzinu tom vozilu, a kad je traka ponovno slobodna, automobil nastavlja vožnju s odabranom brzinom.
- Sustav upozorenja na udaljenost vozila ispred (eng. Distance Alert) se aktivira ako je prilagodljivi tempomat (eng. Adaptive Cruise Control) isključen, a vozilo ispred previše se približava. Funkcija za upozoravanje na vozilo ispred aktivira upozorenje koje pomaže u očuvanju sigurnosne udaljenosti.

2.5.1 Rimac C_Two

Rimac C_Two trenutno je najnovije tehnološko dostignuće tvrtke Mate Rimca koje ima snagu od 1914 KS i prikazan je na slici 3. Najveći okretni moment je 2300 Nm te mu je do 60 mph, odnosno 97 km/h, dovoljno 1.85 sekundi. Najveća brzina je 412 km/h, a ubrzanje do 300 km/h traje 11,8 sekundi. Novi najbrži automobil na svijetu bit će opremljen hardverom spremnim za implementaciju softvera koji će omogućiti samovozeće sposobnosti Razine 4. Automobil je opremljen sa osam kamera, šest radara, 12 ultrasoničnih senzora i još mnogo toga. Masa od 1950 kilograma je vrlo mala za električni automobil spomenutih performansi. Baterijski paket kapaciteta 120 kWh (6960 ćelija s naponom od 720 V) omogućit će autonomiju od 650 kilometara, što je u rangu s vodećim električnim automobilima na svijetu. Dosegu osjetno doprinosi i aerodinamika s koeficijentom otpora zraka od 0.28 [14].



Slika 3. Rimac C_Two, [14]

2.5.2 Audi E-tron

Audi E-tron je prvi Audijev isključivo električni model koji donosi 400 km dometa te je prikazan na slici 4. Automobil ubrzava od 0-100 km/h u 5,5 sekundi sa maksimalnom brzinom od 200 km/h. Audi E-tron posjeduje napredan sustav rekuperacije energije koji u prosjeku donosi čak do 30% ukupnog dometa. Sustav radi na dva načina: rekuperacija kretanjem kada vozač otpusti papučicu gasa i rekuperacija regenerativnim kočenjem. Baterijski sklop automobila ima kapacitet od 95 kWh i može se puniti na super brzim DC punionicama snage do 150 kW. To u naravi znači da se E-tron može napuniti do 80% u svega 30 minuta. Kod kuće ili na poslu može se koristiti standardan 11

kW punjač koji će u potpunosti napuniti automobil za 8,5 sati. Kao opcija je ponuđen i model sa unutarnjim punjačem snage 22 kW radi još bržeg punjenja automobil, a početna cijena Audi E-je oko 65 000 € [15].



Slika 4. Audi E-tron, [15]

2.5.3 BMW i8 Coupe

BMW i8 Coupe eDrive tehnologijom dobiva svoju energiju za električnu vožnju iz visokotehnološkog uređaja za pohranu električne energije. Litij-ionske baterije visokih performansi kombiniraju se s rashladnim sustavom koji stalno drži bateriju na optimalnoj radnoj temperaturi, čime se povećava maksimalna snaga i vijek trajanja. Punjenje je moguće gdje god je dostupna struja čak i uz konvencionalnu kućnu utičnicu od 230 V. Potrošnja goriva je 1.9 l/100 km, a emisije CO₂ su 42 g/km [16].

BMW i8 Coupe prikazan je na slici 5.



Slika 5. BMW i8 Coupe, [16]

2.5.4 Toyota Prius

Toyota Prius je najpoznatiji i najprodavaniji model u klasi hibridnih automobila te je prikazan na slici 6. Posjeduje pametni sustav Hybrid Synergy Drive (HSD) koji omogućava puno efikasniji način vožnje te je pomoću tog sustava omogućeno smanjenje mase i dimenzija motora i baterija u odnosu na ranije modele [10].

Sastoji se od benzinsko-električnog pogona, sinergijske snage 122 KS i litij-ionskih baterija kapaciteta 8,8 kWh. Zbog paketa litij-ionskih baterija prtljažnik je smanjen s 501 na 360 litara, a deklarirani doseg na struju iznosi od 63 km uz brzinu do 135 km/h. U stanici se baterije napune za 2 sata, a preko šuko utičnice za tri sata i deset minuta. Kombinirana potrošnja iznosi 1.0 l/100 km, a CO₂ iznosi 22 g/km [17].



Slika 6. Toyota Prius, [17]

3 Infrastruktura za e-vozila

BEV i PHEV pune svoje elektromotore električnom energijom na stanici za punjenje, tzv. Punionici gdje se izmjenična struja na naponu javne elektroenergetske mreže pretvara u istosmjernu struju za punjenje baterija na naponu koji odgovara bateriji. Tim procesom upravlja sustav za nadzor baterije [18].

Električni automobili se trebaju puniti češće u odnosu na konvencionalne automobile, no prednost je što se mogu se puniti svugdje gdje postoji električna utičnica. Brzina punjenja električnog automobila ovisi o snazi punjača. Standardno punjenje kod kuće najčešće se koristi tijekom noćnih sati kada je cijena električne energije niža i traje između 6 i 9 sati. To je ujedno i način punjenja koji najmanje šteti baterijama. Ubrzano punjenje traje između 1 i 3 sata, najčešće u trgovačkim centrima i punionicama unutar središta grada, a brzo punjenje traje manje od pola sata na punionicama uz autocestu. Ubrzano i brzo punjenje koristi se u situacijama kada preostali kapacitet baterija nije dovoljan da se vratimo kući ili stignemo na odredište. To je oblik punjenja koji se koristi povremeno jer ima negativan utjecaj na baterije, a prilikom brzog punjenja, veća je i struja kojom punimo baterije koja dovodi do zagrijavanja i smanjenja životnog vijeka baterija [19].

3.1 Stanica za napajanje električnih vozila

Punionica za električna vozila (engl. Electronic Charging Station, ECS) dostavlja električnu energiju od električnog izvora do akumulatora vozila te uspostavlja komunikaciju s vozilom kako bi osigurala odgovarajući i siguran protok električne energije. Tri su tipa punjača i njima odgovarajućih utičnica kao što je prikazano na slici 7. [2].

Tip 1 podržava jednofaznu električnu mrežu napona 100-120V/240 V i prilagođen američkom i japanskom tržištu. Tip 2 podržava jednofaznu i trofaznu izmjeničnu struju i prevladava na europskom i kineskom tržištu. Podržava priključak na mrežu s jednom fazom pri naponu od 240V i tri faze pri naponu 400 V. Osim toga, osam proizvođača vozila Audi, BMW, Chrysler, Daimler, Ford, GM, Porsche i VW napravili su zajednički jedinstveni punjač i utičnicu koji omogućava

punjenje izmjeničnom (AC) i istosmjernom (DC) strujom nazvan je Combined Charging System . Utičnica kombinira tip 1 i tip 2 za punjenje AC strujom, no sadrži još dodatna dva pina koja opskrbljuju vozilo većom snagom te omogućava brže punjenje [2].

| | Tip1/USA | Tip2/Europa | GB/China |
|-------------------------------------|---|---|---|
| Izmjenična struja (AC) |  SAE J1772/IEC 62196-2 |  IEC 62196-2 |  GB Dio 1 |
| Istosmjerna struja (DC) |  IEC 62196-3 |  IEC 62196-3 |  GB Dio 3/IEC 62196-3 |
| "Kombinirani AC/DC sustav punjenja" |  SAE J1772/IEC 62196-3 |  IEC 62196-3 | |

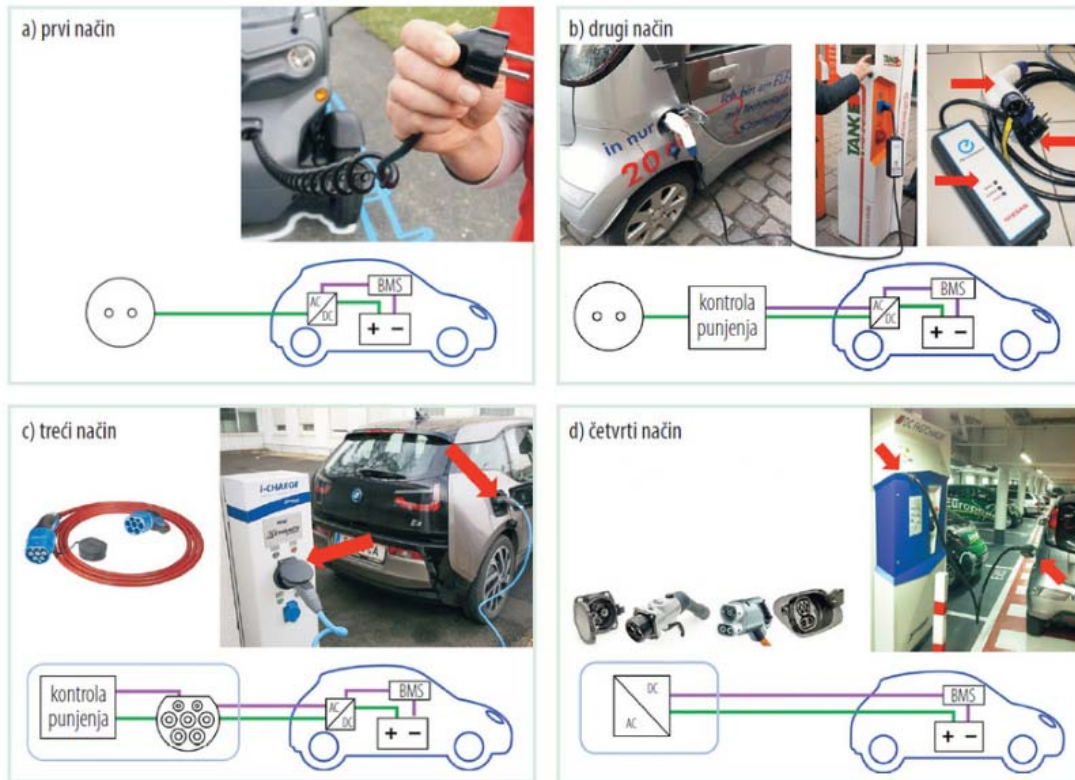
Slika 7. Tipovi punjača za punjenje električnih vozila, [2]

3.2 Načini punjenja električnih vozila

Načini punjenja električnih vozila i vanjska oprema punionica određeni su normam HRN EN 61 851. Postoje četiri načina punjenja (slika 8.), o čemu ovisi vanjska oprema za punjenje, a time i brzina punjenja. Prvi način podrazumijeva punjenje na šuko utičnici, pri čemu se sustav za nadzor baterije (eng. BMS, battery management system) i punjač nalaze u vozilu te nema komunikacije vozila i utičnice na punionici. U drugom načinu koji je sličan prvome, dodatno se koristi upravljački uređaj u napojnom kabelu (eng. ICCB, In Cable Control Box). Taj kabel je dio opreme vozila, pri čemu ICCB nema komunikaciju s utičnicom punionice, a punjač se nalazi u vozilu.

Treći način podrazumijeva punjenje izmjeničnom strujom preko utičnice tipa 2 na punionici, uz specijalni kabel do vozila. Pri tome postoji komunikacija punionice i vozila, a punjač se nalazi u vozilu. Četvrti način podrazumijeva punjenje istosmjernom strujom, pri čemu postoji

komunikacija vozila i punionice, u kojoj se nalazi punjač. Punjenje je brzo jer se odvija uz veću snagu (eng. fast charging) [18][2].



Slika 8. Načini punjenja električnih vozila, [18]

3.3 Infrastruktura u Hrvatskoj

Prema dostupnim statističkim podacima, Hrvatska trenutno ima e-punionice na 272 lokacije sa 693 priključka. U HEP-u, koji širom Hrvatske ima 65 brzih punionica od minimum 22 kW, od kojih su brze Tesline punionice rezervirane su samo za Teslina vozila [20] [21]. Na slici 9. prikazana je brza Teslina punionica, a na slici 10. prikazana je punionica s izmjeničnom strujom i utičnicom tipa 2.



Slika 9. Brza Teslina punionica



Slika 10. Punionica s izmjeničnom strujom i utičnicom tipa 2

3.4 Infrastruktura u Europi i svijetu

Trenutna infrastruktura u svijetu ne može pratiti električna vozila jer je u svijetu na cestama pet milijuna električnih automobila, a pritom je 600.000 mjesta za punjenje. To i ne bi bilo loša činjenica da su ta mjesta bolje raspoređena, ali nerijetko je velik razmak između njih. Indirektno se stvara pitanje vozača da li će stići do sljedećeg punjača prije nego što se isprazni baterija u automobilu [21].

U Europi je trenutno postavljeno oko 100.000 punionica, a do 2030. trebat će ih do tri milijuna. Električni automobili suočavaju se s velikim problemom nedostatka punionica izvan gradova, preciznije na autocestama i s činjenicom da samo šest posto javnih punionica spada u skupinu brzih punionica gdje se baterije mogu napuniti za pola sata. Procjene američke banke Morgan Stanley govore da će do 2030. u zapadnoj Europi trebati između milijun i tri milijuna punionica. Od velikih elektroenergetskih kompanija su već prisutni francuski Engie i njemački E.ON. U Francuskoj je najrasprostranjeniji EV-Box, vodeći nizozemski proizvođač punionica. U sljedećih nekoliko godina, navedene velike kompanije očekuju stotine milijuna eura prihoda od usluge punjenja električnih vozila. Naftne kompanije poput Shella, BP-a i Totala najavili su pilot-projekte gradnje punionica, no naveli su da trenutno nema ekonomske isplativosti u opremanju benzinskih crpki opremom za punjenje BEV ili PHEV [20].

4 Ekonomski i ekološki aspekti korištenja e-vozila

Električna vozila promiču se kao ključni element održivog sustava mobilnosti i spremna su zamijeniti dugotrajnu ovisnost Europe o motoru s unutarnjim izgaranjem. Povećana prihvaćenost električnih vozila, osobito onih koja se napajaju iz obnovljivih izvora energije, imati će važnu ulogu u ispunjenju cilja EU-a da do 2050. smanji emisije stakleničkih plinova za 80–95 % i da se okrene sustavu elektro mobilnosti [22].

Vozila s električnim napajanjem su energetske učinkovitija od konvencionalnih vozila. Ovisno o načinu proizvodnje električne energije, povećanom upotrebom BEV može se znatno smanjiti emisija ugljikova dioksida, dušikovih oksida i finih čestica, koji su glavni uzrok loše kakvoće zraka. Poboljšanje kakvoće zraka u gradskim središtima i na ključnim prometnim koridorima će se poboljšavati sa većim udjelom električnih vozila. Međutim, porast potražnje za električnom energijom za napajanje automobila predstavljat će drugačiji izazov za opskrbljivače električnom energijom. Ako upotreba električnih vozila dosegne 80 % do 2050, biti će potrebno dodatnih 150 gigavata struje za punjenje električnih automobila, ukupna količina električne energije koju troše električni automobili u Europi povećala bi se s otprilike 0,03 % na 9,5 %. Pozitivni učinci na klimu i kvalitetu zraka mogli bi se poništiti dodatnim emisijama iz pojedinoga energetskeg sektora, ako se ta dodatna potražnja za energijom proizvode iz postrojenja na ugljen. Povećanje upotrebe ugljena za proizvodnju energije moglo bi proizvesti dodatna zagađenja [22].

S druge strane električni automobili su lakši za popravak i sastavljanje jer imaju mnogo manje pokretnih dijelova pa je indirektno potrebno manje vremena za održavanje i manja je mogućnost pojave mehaničkog kvara. Ekonomsku prednost električnih vozila ovisno o državi predstavljaju i olakšice kod kupnje električnog automobila kao i kod cijene osiguranja automobila [23].

Proizvodnja baterija za električna vozila predstavlja velik problem u Kini gdje su visoke stope trovanja olovom te su velike koncentracije olova pronađene u dječjoj krvi. Od 2001. do 2007. godine, 24% djece u Kini otrovano je olovom s razinama većim od 100 µg / L. Ovi podaci otkrivaju da se Kina i dalje suočava sa značajnim javnozdravstvenim izazovima, a milijuni djece su i trenutačno u opasnosti od trovanja olovom, a to sve proizlazi iz činjenice da je Kina i dalje vodeći svjetski proizvođač i potrošač baterija od olova i olovnih kiselina [24].

Najveća organizacija koja djeluje u cilju zaštite i promicanja ljudskih prava, Amnesty International, optužila je industriju električnih vozila zbog proizvodnje baterija koje su štetne za okoliš i ozon

zbog emisije ugljika jer se u proizvodnji upotrebljavaju fosilna goriva i neetično prikupljeni materijali. Za proizvodnju litij-ionskih baterija 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. Unatoč tome, svjetski proizvođači automobila ulažu milijarde dolara u povećanje proizvodnje električnih vozila. Volkswagen planira povećati godišnju proizvodnju električnih vozila na 3 milijuna do 2025.godine, od 40.000 koliko su proizveli u 2018. Amnesty traži da navedena industrija kroz inovacije osmisli bateriju koja će biti ekološki prihvatljiva u idućih pet godina te da u međuvremenu otkriju koliko se u proizvodnji emitira ugljika [25].

5 Poticajne mjere za povećanje udjela e-vozila

Poticajne mjere predstavljaju niz aktivnosti kojima se želi potaknuti transformacija prometnog sustava. Aktivnosti poput sufinanciranja pri kupnji osobnih električnih vozila, gradskih punionica pretvaraju prometni sustav u sve čišći i energetski učinkovitiji u kojem se direktno smanjuje onečišćenje okoliša ispušnim plinovima i bukom [26].

5.1 Poticajne mjere u Hrvatskoj

5.1.1 Sufinanciranje električnih vozila

Početak travnja 2019. godine Fond za sufinanciranje osobnih električnih vozila iznosio je 17 milijuna kuna, pet milijuna kuna više nego 2018. godine kada je iznos sufinanciranja iznosio 12 milijuna kuna. Pri kupnji eko vozila građanima je omogućeno sufinanciranje od 40% iznosa sredstava, odnosno do 80 tisuća kuna za električne automobile. Za plug-in hibride je omogućeno do 40 tisuća kuna (slika 11.), ali samo uz uvjet da im je emisija CO₂ manja od 50 g/km. Sufinanciraju se samo nova motorna vozila koja u trenutku unosa, uvoza ili prodaje u Republici Hrvatskoj ili ranije, nisu bila registrirana [26].

| VRSTA VOZILA | POGONSKA TEHNOLOGIJA | MAKSIMALNI IZNOS |
|---|---|-------------------|
| električni bicikl | Električni pogon | do 5.000,00 kuna |
| električno vozilo L1, L2, L3, L4, L5, L6 i L7 kategorije | Električni pogon | do 20.000,00 kuna |
| Vozilo M1 kategorije: <ul style="list-style-type: none">osobna vozila niže i srednje kategorije (gradska i kompaktna vozila), odnosno prema europskoj kategorizaciji tzv. A (mini), B (mali) i C (srednji) segment vozilavozila tipa SUV (engl. <i>Sport utility vehicle</i>) i MPV (engl. <i>Multi-purpose vehicle</i>) s odgovarajućim podtipovima u okviru A,B,C segmenata | „Plug-in“ hibridni pogon (emisija onečišćujuće tvari CO ₂ do najviše 50 g/km) | do 40.000,00 kuna |
| | Električni pogon (emisija onečišćujućih tvari CO ₂ iznosa 0 g/km) | do 80.000,00 kuna |

Slika 11. Sufinanciranje nabave energetski učinkovitijih vozila, [26]

5.1.2 Sufinanciranje gradnje punionica za električna vozila

Preduvjet za masovnije korištenje EV je odgovarajuća infrastruktura. Kako je Republika Hrvatska turistička zemlja, tako je važno da broj od trenutno aktivnih 200-tinjak punionica bude značajno veći. Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost početkom svibnja 2019. godine objavio je javni poziv za sufinanciranje gradnje punionica u vrijednosti 5,8 milijuna kuna u kojem se navodi sljedeće: *“Tvrtnke, obrtnici, jedinice lokalne i regionalne samouprave te neprofitne organizacije (izuzev udruga i zadruga) za projekte postavljanja punionica mogu dobiti do 40% opravdanih troškova, odnosno do 200.000 kuna. Prihvatljive su za sufinanciranje punionice minimalne ukupne snage 50kW DC ili 22kW AC, a tehnički koncept nije strogo reguliran pozivom, već je otvoren za raznovrsna rješenja glede naponskih sustava, snage, brzine punjenja te lokacije punionica i područja prometnih pravaca. Preduvjet sufinanciranja je dostava glavnog projekta od strane ovlaštenog inženjera te pravomoćna građevinska dozvola ili odgovarajući dokument kojim se potvrđuje da ista nije potrebna. Uz prijavni obrazac je, ovisno o vrsti prijavitelja, potrebno dostaviti i svu ostalu odgovarajuću dokumentaciju, a sve zajedno se dostavlja preporučenom poštom ili osobno, u prijamni ured Fonda [26].”*

5.1.3 Promicanje elektro mobilnosti

Jedna od najvažnijih aktivnosti koja se treba sve više i učestalije provoditi je i promicanje elektro mobilnosti. Republika Hrvatska je iz tog razloga uvela titulu Ambasador alternativnih goriva koja se temelji na približavanju elektro mobilnosti građanima. Kao primjer, 2016. godine je HEP-u dodijeljena titula Ambasadora alternativnih goriva za razvojni projekt eMobilnosti, ali i gradu Koprivnici je iste godine dodijeljen naziv Ambasadora alternativnih goriva 2016. kao urbanu cjelinu koja skrbi o ekologiji i uvodi nove tehnologije. Odluka je donesena u skladu s Direktivom 94/14 EU, analizirajući sve aktivnosti i projekte koji su realizirani na području alternativnih goriva [27].

Na slici 12. prikazani su jednostavno objašnjeni elementi elektro mobilnosti, a na slici 13. je prikazano da projekt bigEvddata podupire i sufinancira energetska strategija Europske unije sa svojim operativnim programima i investicijskim fondovima.



Slika 12. HEP-ov razvojni projekt eMobilnosti (elen), [28]

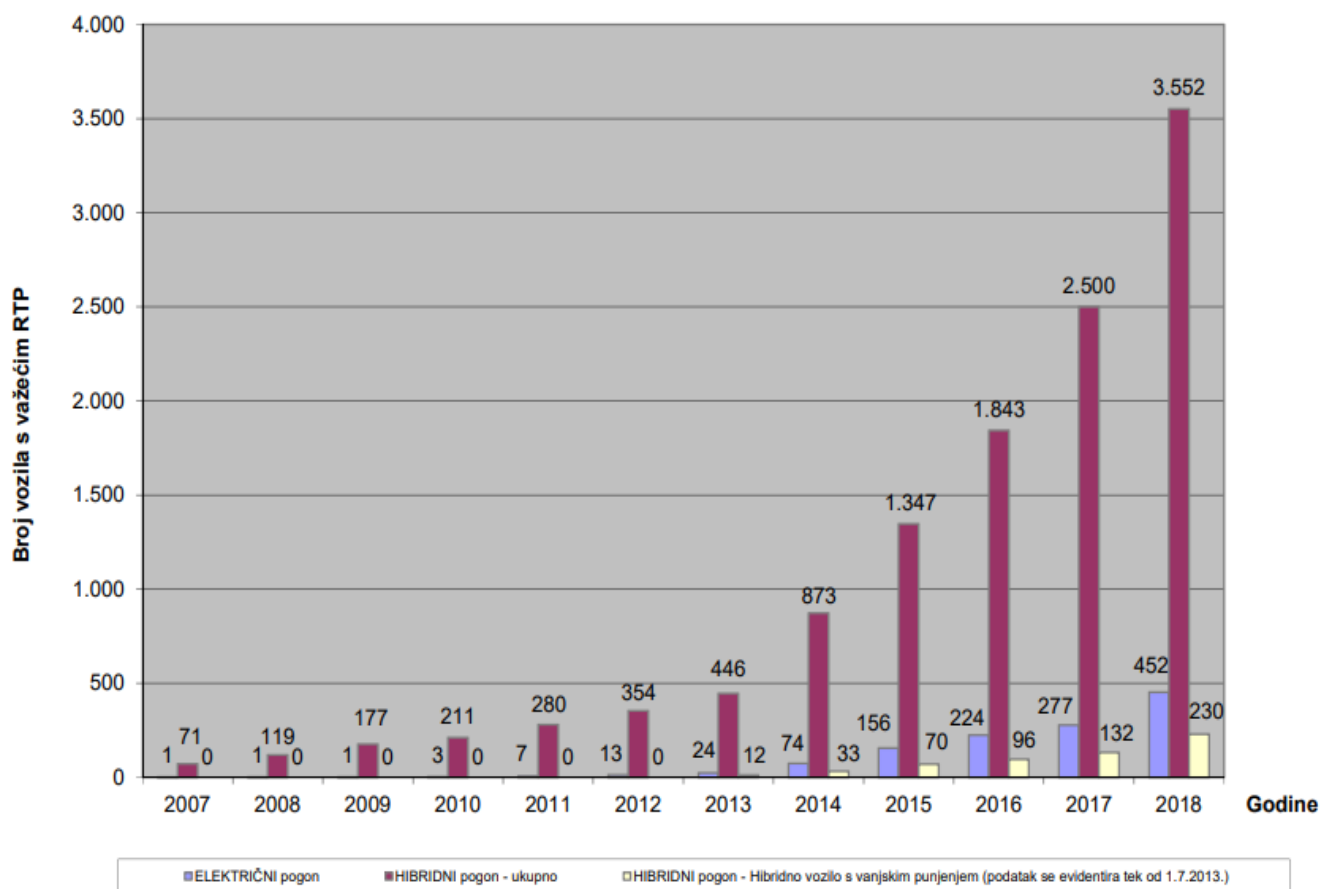
Projektom bigEVdata HEP će razviti inovativno cjelovito rješenje koje će omogućiti veću efikasnost uporabe i bolje upravljanje mrežom punionica za električna vozila. Sustav će korisniku omogućiti automatizirano otkrivanje znanja o klijentima i djelatnicima (njihovim navikama i geoprostornoj lokaciji), personalizirane preporuke za poboljšanje poslovanja (uspješnosti obrade klijenata) te analize i otkrivanje anomalija u podacima i navikama. Infrastruktura koja će se nabaviti kroz projekt su 12 rapidnih punionica (50 kW), 10 brzih punionica (22 kW), 10 bežičnih punionica i 10 wallbox punionica [28].



Slika 13. Projekt bigEVdata, [28]

5.1.4 Broj registriranih e-vozila

U RH je do 1. veljače 2019. registrirano 459 električnih i 3 717 hibridnih vozila. U odnosu na prethodnu godinu, broj električnih vozila povećao se za 182, a hibridnih za 1085 komada. Iako se radi o značajnom postotku povećanja broja tih vozila, njihova brojka je mala prvenstveno zbog njihove visoke cijene u odnosu na konvencionalna vozila, a kod električnih vozila presudna je i slabo razvijena infrastruktura za punjenje električnom energijom [29].



Grafikon 1. Broj registriranih osobnih vozila kategorije M1 s električnim, hibridnim i plug-in hibridnim pogonom, [30]

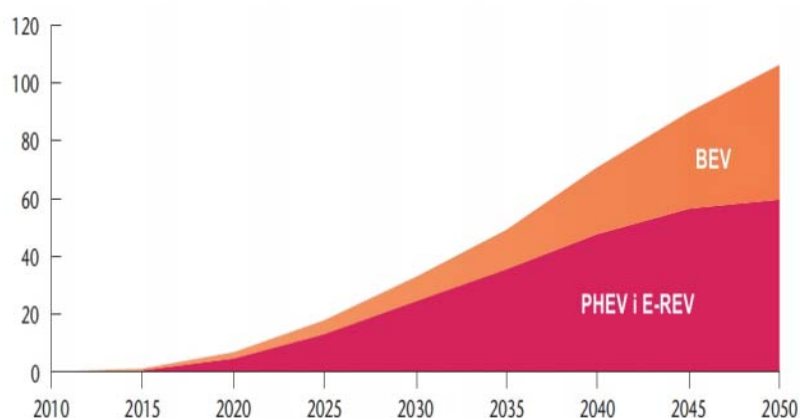
Iz grafikona 1. vidljiv je nagli porast broja električnih vozila. HEV predstavljaju najprodavaniju alternativu konvencionalnim automobilima, nakon čega slijede BEV dok najsporiji rast imaju PHEV. Porast prodaje električnih vozila nastao je zbog sufinanciranja države pri kupnji novih

vozila na električni pogon, a vidljivo je koliki se ostvario rast prodaje upravo zbog navedenih poticajnih mjera.

5.2 Poticajne mjere u svijetu

Vlade u raznim državama svijeta zbog pozitivnog utjecaja e-vozila na okoliš nude povlaštene uvjete pri kupnji HEV, PHEV ili BEV kao što su razne vrste subvencija ili smanjivanja poreza. Podaci iz 2016. godine vrijede za poticaje sljedećih država: Portugal je uveo olakšice od 40 % na sva davanja, tako da je popust za hibridna vozila iznosio oko 3.000 EUR. U Francuskoj i Austriji je taj iznos bio nešto manji, 2.000 EUR. Republika Slovenija svoje je građane oslobodila plaćanja svih poreza pri registraciji e-vozila, dok je u Srbiji subvencija iznosila 1.000 EUR. U Njemačkoj je prodaja hibridnih automobila bila vrlo dobra, iako je subvencija iznosila 380 EUR, a u Italiji unatoč deset puta većim subvencijama, interes nije bio velik za osobnim e-vozilima [10].

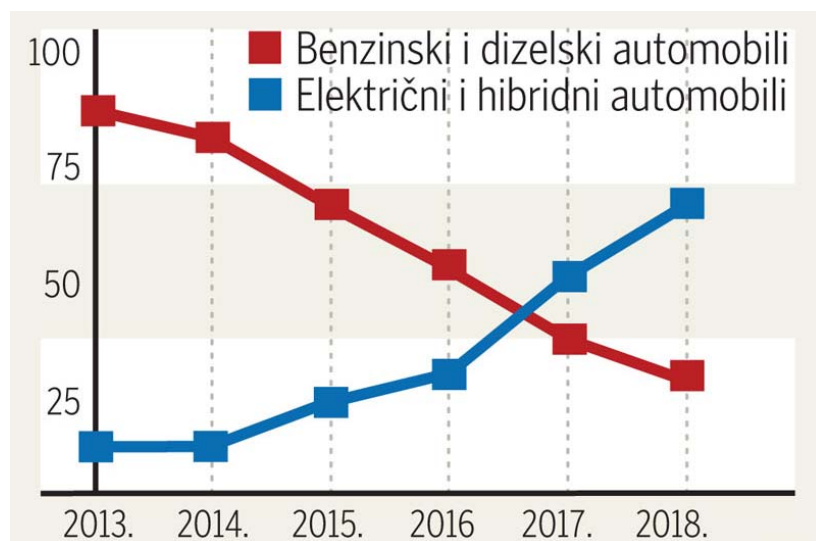
Na velikim tržištima, poput Kine i SAD-a, udjel električnih automobila iznosi još uvijek malih 2.2, odnosno 1.2 %. U Kini je u prvih 10 mjeseci 2018. godine prodano manje od 18 milijuna vozila pokretanih benzinom ili dizelom, nasuprot 18,7 milijuna u istom razdoblju 2017. godine. U to isto vrijeme je prodaja vozila na alternativni pogon gotovo udvostručena sa 405.000 na 793.000 primjeraka [20].



Grafikon 2. Procjena prodaje BEV, PHEV I E-REV do 2050. godine u milijunima primjeraka ukupno u svijetu, [10]

Upravo zbog navedenih poticajnih mjera procjenjuje se transformacija prometnog sustava koji bi do 2050. trebao biti održiv. Na grafikonu 2. prikazana je procjena prodaje BEV, PHEV I E-REV do 2050. godine u milijunima primjeraka ukupno u svijetu.

S druge strane, Norveška je zemlja koja je najveći proizvođač nafte u Zapadnoj Europi, a ima najveći broj električnih automobila u odnosu na broj stanovnika u svijetu. Politika poticanja kupovine električnih vozila je takva da su električna vozila izuzeta od gotovo svih poreza, a porezni sustav se temelji na razini štetnih emisija, umjesto na jačini motora kako je bilo prije. Osim toga su vlasnicima električnih vozila pružene brojne prednosti poput besplatnog pristupa prometnicama s naplatom cestarine, trajektima i javnim parkiralištima, a imaju i mogućnost vožnje u traci kojom prometuju autobusi. Električni automobili zbog ograničenog dometa su suočeni s konkurencijom hibridnih automobila, koji bilježe sve veću popularnost. Norveška želi ograničiti emisiju ugljičnog dioksida iz novih vozila do 85 grama po kilometru do 2020. godine, što je već i postignuto u usporedbi sa 133 grama u 2012. godini kada je odluka donesena [20].



Grafikon 3. Tržišni udjel pojedinih vrsta automobila na norveškom tržištu, [20]

Na grafikonu 3. prikazan je tržišni udjel pojedinih vrsta automobila na norveškom tržištu. Može se primijetiti koliki je pad benzinskih i dizelskih automobila, dok električni i hibridni automobili bilježe velike prodajne rezultate i to oko 70 tisuća. novih BEV i PHEV u 2018. godini.

Europska unija Planira izgradnju oko 1.000 električnih i CNG punionica, a projekt je vrijedan 64,5 milijuna EUR i provesti će se u Hrvatskoj, Sloveniji, Italiji i Slovačkoj. Projekt elektro mobilnosti 'MULTI-E' zamišljen je kao poticaj za gradski i prijevoz na velike udaljenosti električnim pogonom i stlačenim prirodnim plinom. To je jedan od 49 projekata od strane Europske komisije za dobivanje ukupno 695,1 mil. EUR koji će se ulagati u održivu i inovativnu prometnu infrastrukturu u Europi. Cilj projekta je elektrificirati autobusne linije i izgradnja 920 električnih vozničkih parkova s pratećom infrastrukturom te informacijskim sustavom. U projektu su uključene mreže punionica za električna vozila i stlačeni prirodni plin: 16 CNG punionica, 24 brzih punjača, 349 AC punjača, 5 centara za punjenje i 6 punionica za električne autobuse. Projekt povezuje baltičko-jadranski i mediteranski koridor te koridor Rajna-Dunav u Slovačkoj. Početak projekta bio je u svibnju 2018. i završava krajem prosinca 2023. godina. Hrvatska je do sada dobila 424,4 mil. EUR za 32 odabrana projekta, dok je Slovenija za 31 projekt dobila 318,1 mil. EUR [31].

6 Perspektiva osobnih e-vozila

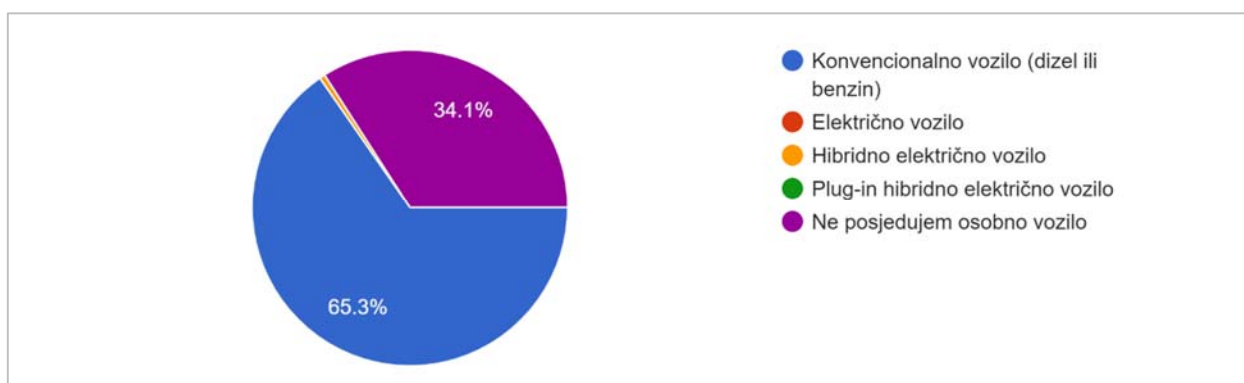
Međunarodna agencija za energiju procjenjuje da će trebati između 14 i 30 milijuna punjača ako udio električnih automobila dosegne 30 posto do 2030. godine. Globalno gledajući, dvije trećine javnih punionica su spore punionice i za pola sata na mreži će se električnom automobilu dodati 16 kilometara dometa. Osim toga, jedan od najvećih problema predstavlja i nedovoljno izgrađena infrastruktura u koju se ne ulaže dovoljnom mjerom i brzinom. Globalna prodaja električnih vozila u 2018. Godini porasla je za 82 posto u odnosu na 2017. Godinu. Tesla širi svoju mrežu punionica, a na tom projektu u Americi radi i Volkswagen [21].

Očekuje se da će se i u cijeloj Europi povećati upotreba električnih vozila. Godišnji sajmovi automobila prikazuju električna vozila s baterijskim napajanjem kao glavnu smjernicu u sustavu elektro mobilnosti koja će se uskoro pojaviti na masovnom tržištu. Razvoj tehnologije i pad cijena novih modela uslijedit će zbog jeftinijih baterijskih sustava. Proizvođači automobila tvrde da su električni modeli s baterijskim napajanjem pouzdaniji i izdržljiviji u odnosu na konvencionalne automobile, a osim toga ulažu i u električna samovozeća (autonomna) vozila s kojima bi se, prema mišljenju stručnjaka, u budućnosti mogao smanjiti broj automobila u upotrebi za 90 %. U [22] dan je kratki prikaz perspektive prodaje električnih vozila Europske agencije za okoliš u kojem se navodi sljedeće: *“Prodaja električnih automobila s baterijskim napajanjem u cijeloj Europskoj uniji bilježi oštri trend rasta od 2008. te se 2015. povećala za 49 % u usporedbi s prodajom 2014. Unatoč sporijem rastu 2016., očekuje se da će se taj trend rasta dugoročno nastaviti. Međutim, automobili s dizelskim i benzinskim pogonom ostaju vladari cesta. Ukupno je 49,4 % novih automobila registriranih u EU-u 2016. bilo na dizelsko gorivo, a 47 % na benzin. Hibridna vozila s baterijskim napajanjem koja se mogu puniti i dalje predstavljaju malen udjel ukupne prodaje te na njih otpada 1,1 % svih novih automobila prodanih u EU-u. Na temelju današnjeg tržišta očekuje se da će budući tržišni udjel novih električnih automobila biti 2–8 % do razdoblja 2020.–2025.”* Nadalje u istoj literaturi navodi se da je zaključak brojnih istraživanja taj da je cijena glavni razlog neprihvatanja električnih vozila. Problem također predstavljaju zabrinutost zbog autonomije kretanja vozila i očekivanoga vijeka trajanja baterije, nedovoljno izgrađena infrastruktura i troškovi vlasništva, uključujući poreze i održavanje. Cilj EU-e je do 2050. smanjiti emisije stakleničkih plinova za 80–95 % i krenuti u budućnost s niskom razinom

ugljika, stoga je bitna što veća prihvaćenost električnih automobila. U mnogim europskim zemljama povećanje prodaje i prihvaćenosti električnih automobila rezultat je različitih poticaja i subvencija za vozače koje planiraju voziti ekološkim načinom, a neki od njih su popusti na punjenje te besplatno parkiranje za električne automobile. Nakon što su financijski poticaji bili ukinuti 2016. u Nizozemskoj i Danskoj, prodaja HEV i BEV znatno se smanjila što znači da takvi programi potpore znatno utječu na prodaju vozila. Većina zemalja u Europi ima samo nekoliko tisuća javnih punionica i većinom su to izvori sa sporim punjenjem i izmjeničnom strujom. Izvori s brzim punjenjem donose istosmjernu struju višeg napona kojim se omogućuje brže punjenje. Nedostaci izvora s brzim punjenjem je veći gubitak električne energije tijekom prijenosa punjenja i skuplja infrastruktura [22].

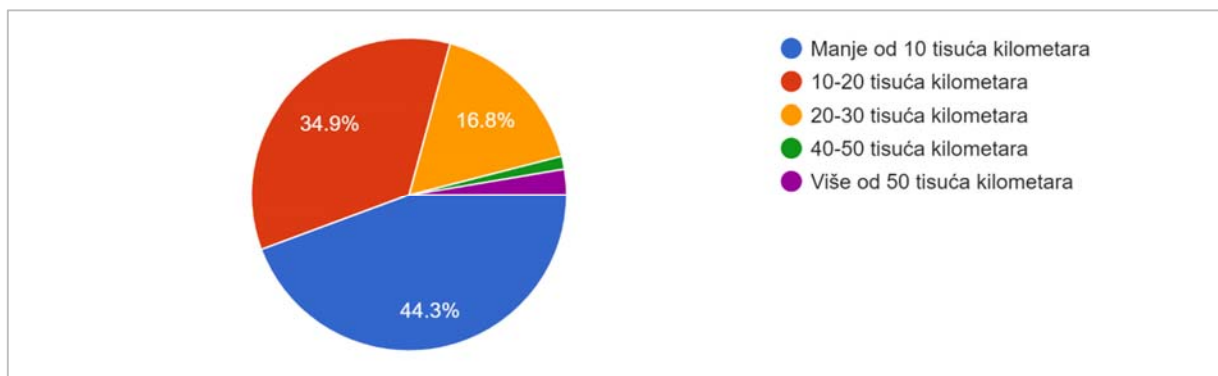
Perspektiva osobnih električnih vozila uvelike ovisi o mišljenju budućih kupaca o istim, stoga je provedena anketa informiranosti javnosti o tehnološkim dostignućima električnih vozila, njihovim prednostima i nedostacima te poticajnim mjerama. Anketa je provedena na 176 ispitanika od kojih 65.3 % pripada ženskom rodu, dok preostalih 34.7 % pripada muškom rodu. Najveći dio ispitanika, 90.3 %, je u rasponu od 18 do 29 godina, 7.4% ispitanika je u rasponu od 30 do 49 godina dok je preostalih 2.3 % starije od 49 godina. Od 176 ispitanika, 99 % su hrvatski državljani, a 1 % pripada njemačkim državljanima.

Konvencionalno vozilo (dizel ili benzin) posjeduje 65.3 % ispitanika, 34.1 % ne posjeduje osobno vozilo dok HEV posjeduje samo 0.6 % ispitanika. PHEV i BEV ne posjeduje niti jedan ispitanik kao što je prikazano na slici 14.



Slika 14. Vrsta automobila kojeg posjeduju ispitanici

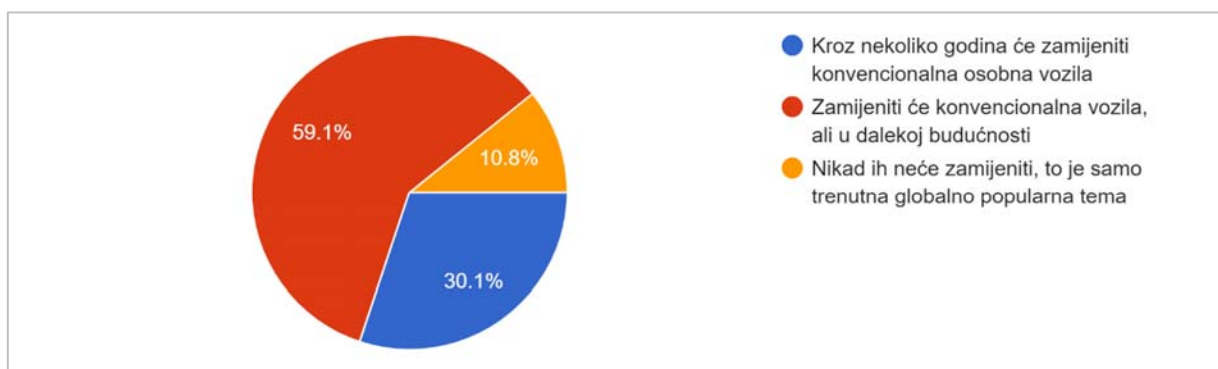
Među ispitanicima koji posjeduju osobno vozilo, najveći broj ispitanika, 44.3 %, izjasnio se da u jednoj godini prijeđe manje od 10 tisuća kilometara godišnje, dok od 10 do 20 tisuća kilometara godišnje prijeđe čak 34.9 % ispitanika. Od 20 do 30 tisuća kilometara godišnje prijeđe manji broj ispitanika, 16.8 %, dok više od 40 tisuća kilometara godišnje napravi vrlo mali broj ispitanika što je i prikazano na slici 15.



Slika 15. Godišnji broj prijeđenih kilometara koji ispitanici prijeđu sa osobnim vozilom

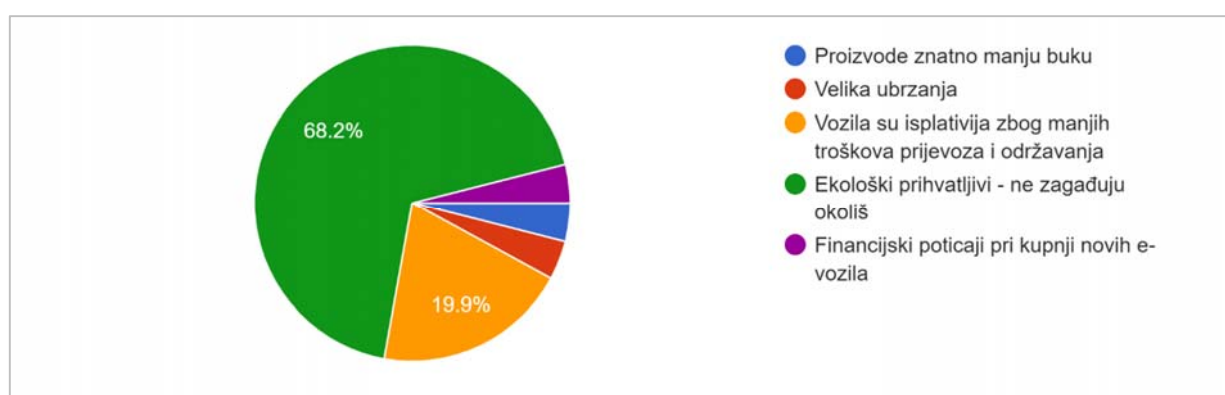
O kupnji kupnji bilo koje vrste osobnih e-vozila je razmišljalo 53.4 % ispitanika, a 63.1 % izjasnilo da je upoznato sa prednostima i nedostacima osobnih e-vozila. Zanimljiva je činjenica da čak 70.5 % ispitanika misli da osobna e-vozila imaju puno više prednosti u odnosu na vozila sa klasičnim pogonom (dizel i benzin).

Trenutno stajalište o budućnosti osobnih e-vozila prikazuje da 59.1 % ispitanika misli da će konvencionalna vozila biti zamijenjena e-vozilima tek u dalekoj budućnosti, 30.1 % misli da će već kroz nekoliko godina e-vozila zamijeniti konvencionalna dok preostalih 10.8 % misli da e-vozila neće nikada zamijeniti konvencionalna vozila što je vidljivo na slici 16.



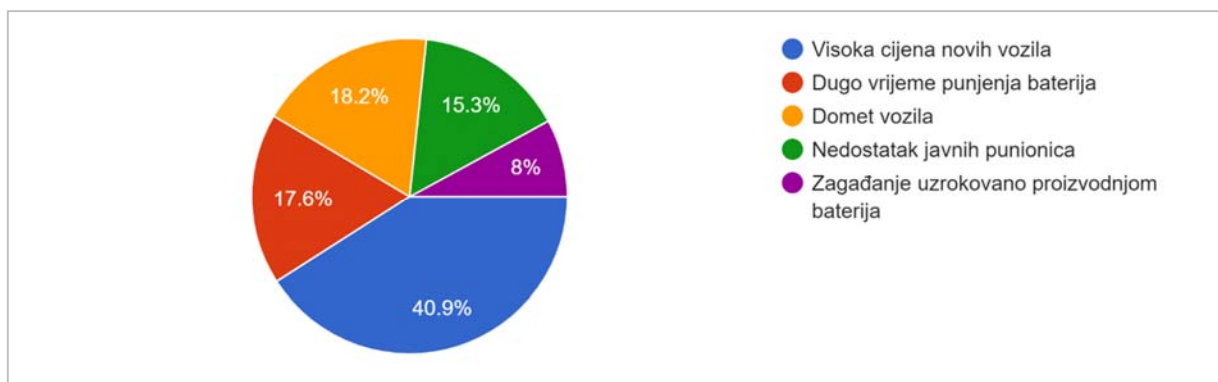
Slika 16. Stajalište ispitanika o budućnosti osobnih električnih vozila

Kao najveću prednost osobnih e-vozila, 68.2 % ispitanika je navelo ekološku prihvatljivost odnosno činjenicu da ne zagađuju okoliš. Druga najveća prednost prema mišljenju ispitanika, njih 19.9%, navelo je isplativost vozila koje ima manje troškove i jeftinije održavanje u odnosu na konvencionalna vozila, dok su ostale prednosti poput velikog ubrzanja električnih vozila, manja proizvodnja buke i sufinanciranje novih e-vozila su ispitanici naveli u sličnim postotcima. Navedeno stajalište ispitanika o najvećoj prednosti osobnih električnih vozila prikazano je na slici 17.



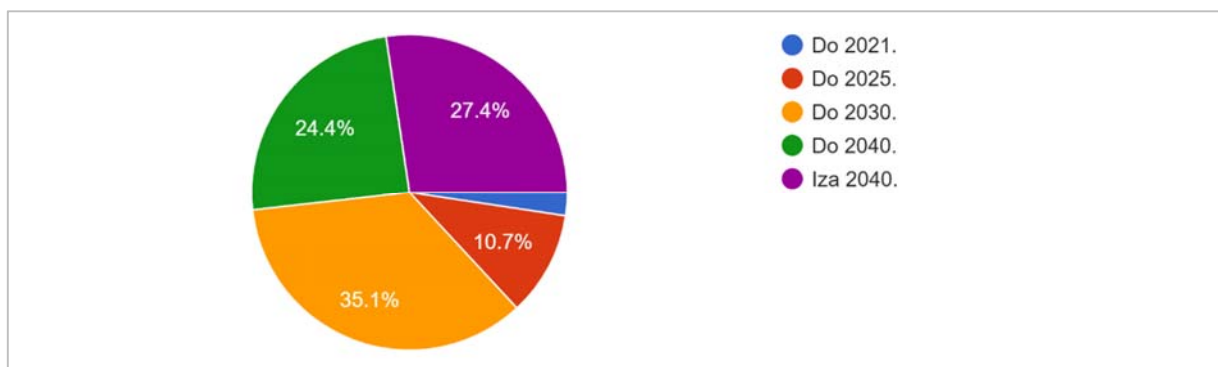
Slika 17. Stajalište ispitanika o najvećoj prednosti osobnih električnih vozila

Najveći nedostatak osobnih e-vozila prema mišljenju ispitanika, 40.9%, predstavlja visoka cijena novih vozila. Domet vozila je na drugom mjestu sa 18.2 % dok je na trećem mjestu prema ispitanicima, 17.6 %, dugo vrijeme punjenja baterija na punionicama. Četvrti najveći nedostatak prema mišljenju ispitanika, 15.3%, predstavlja nedostatak javnih punionica dok je prema mišljenju ispitanika zagađanje uzrokovano proizvodnjom baterija na posljednjem mjestu, što je i prikazano na slici 18.



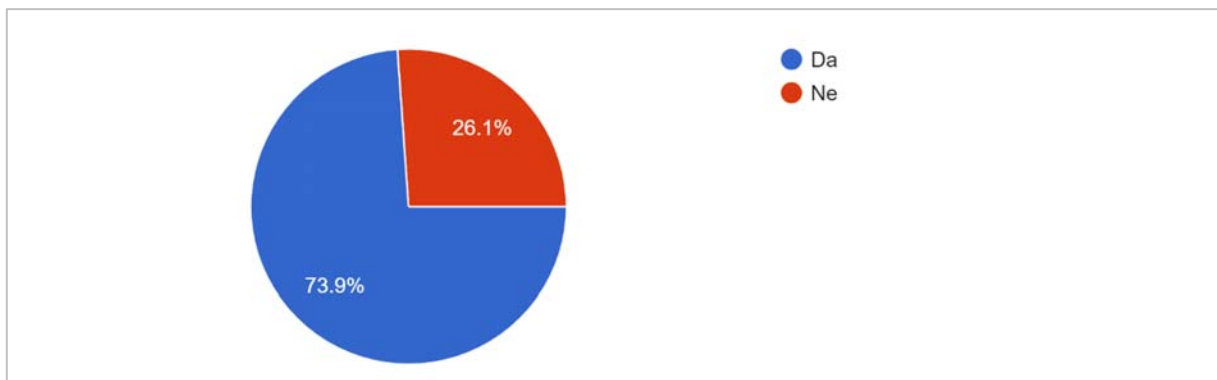
Slika 18. Stajalište ispitanika o najvećem nedostatku osobnih električnih vozila

Najveći broj ispitanika, 35.1 %, izjasnio se da će prvo osobno e-vozilo kupiti do 2030, a poslije 2040. pretpostavlja 27.4 % ispitanika. Prvo osobno električno vozilo do 2040. godine pretpostavlja da će nabaviti 24.4 % ispitanika, dok u bliskoj budućnosti, unutar sljedećih 6 godina planira 13,1% ispitanika što je vidljivo na slici 19.



Slika 19. Pretpostavka godine nabave prvog osobnog električnog vozila

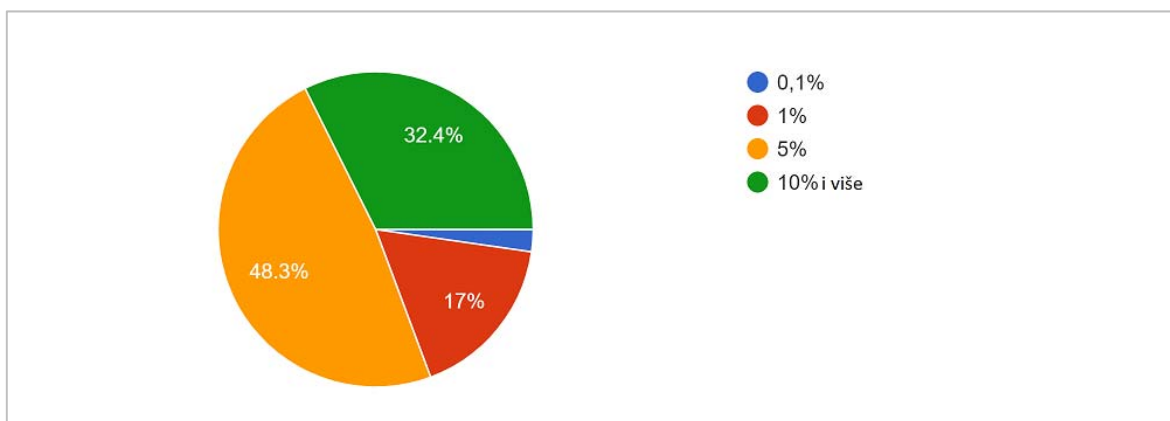
O razlici između HEV, PHEV i BEV nije upoznato 65.9% ispitanika. Unatoč tome, 73.9% ispitanika misli da bi se smanjili troškovi tako što bi umjesto goriva plaćali punjenje električnog vozila što je i prikazano na slici 20.



Slika 20. Stajalište ispitanika o smanjenju troškova zbog plaćanja punjenja električnog vozila umjesto plaćanja goriva

Globalno gledajući najveće emisije stakleničkih plinova potječu iz proizvodnje energije s udjelom od 35 %, industrije 18 %, prometa 13 %, poljoprivrednih djelatnosti 11 %, otpada s 4 %, a za ostatak su zaslužni šumski požari (3 %) te truljenje drva s udjelom od 8 % [32].

Najveći broj ispitanika, 48.3 %, procijenio je da je udio prometa u stvaranju emisije stakleničkih plinova na svjetskoj razini oko 5 % što dokazuje da javnost nije dovoljno osviještena o prometu kao uzročniku zagađenja okoliša i jednim od glavnih uzroka pojave stakleničkih plinova. Osim toga 17 % ispitanika misli da je udio prometa u stvaranju emisije stakleničkih plinova na svjetskoj razini 1%, dok je preostalih 2.3 % ispitanika navelo udio prometa sa 0.1%. Točan odgovor navelo je 32.4 %, da je udio prometa u stvaranju emisije stakleničkih plinova na svjetskoj razini veći od 10%. Udio prometa u stvaranju emisije stakleničkih plinova na svjetskoj razini prema mišljenju ispitanika prikazan je na slici 21.



Slika 21. Udio prometa u stvaranju emisije stakleničkih plinova na svjetskoj razini prema mišljenju ispitanika

Na zamjenu konvencionalnog vozila sa osobnim e-vozilom, ispitanike bi najviše potaknula opremljenija infrastruktura (više javnih punionica), pristupačnija cijena novih osobnih električnih vozila te veća autonomija kretanja osobnih e-vozila.

7 Zaključak

Osobna električna vozila bilježe sve veći rast prodaje iz godine u godinu. Pozitivan trend prodaje novih osobnih električnih vozila povezuje se sa sve većom ekološkom osviještenosti, a s druge strane prikazuje da bi prodaja osobnih električnih vozila u bliskoj budućnosti mogla biti i veća u odnosu na konvencionalna vozila. Pretpostavka je da će kroz stalan razvoj elektromotora i baterija, prednosti električnih vozila nadvladati trenutne nedostatke koji se očituju u nedovoljnoj autonomiji kretanja vozila, visokim cijenama novih vozila i ostalih.

S druge strane, proizvođači automobila proširuju ponudu osobnih električnih vozila iz godine u godinu radi smanjenja emisija stakleničkih plinova i ovisnosti o fosilnim gorivima. Baterije postaju financijski pristupačnije s čime se postiže manja cijena novih vozila. Litij-ionske baterije mogu se reciklirati i većina današnjih solarnih, hibridnih i električnih vozila koriste upravo takve baterije. Nikal-Metal hidridne baterije su rasprostranjene, ali glavni nedostatak predstavlja visoka cijena. Proizvodnja baterija je štetna za okoliš i ozon zbog emisije ugljika, ali se trenutno radi na tome problemu da se kroz inovacije osmisli baterija koja će biti ekološki prihvatljiva.

U svijetu je na cestama pet milijuna električnih automobila, a pritom je 600.000 mjesta za punjenje u kojima se problem nalazi u lošoj raspoređenosti, odnosno velik je razmak između njih. U Europi trenutačno oko 100.000 punionica, a do 2030. trebat će ih do tri milijuna zbog rapidnog rasta prodaje osobnih električnih vozila.

Povećana prihvaćenost električnih vozila će uvelike pridonijeti ispunjenju cilja EU-a da do 2050. smanji emisije stakleničkih plinova za 80–95 % i da se okrene budućnosti s niskom razinom ugljika. Ovisnost isključivo o električnoj energiji znači da će ukupna količina električne energije koju troše električni automobili u Europi uvelike povećati do 2050. godine.

U sklopu rada provedena anketa pokazuje da ispitanici imaju pozitivan stav prema elektromobilnosti i električnim vozilima. Prema njihovim odgovorima može se zaključiti da ćemo kroz desetak godina vidjeti puno više osobnih e-vozila na cestama što će zasigurno doprinijeti smanjenju onečišćenja okoliša, ali s druge strane smanjiti i troškove održavanja vozila. Aktivnosti koja se treba sve više i učestalije provoditi je i promicanje elektromobilnosti jer se 65.9% ispitanika izjasnilo kako nije upoznato s razlikama između HEV, PHEV i BEV.

Zaključno gledano, električni avtomobili zahtevajo manjše vzdrževanje, kar na koncu pomeni večjo uštedo. Porezne olakšave, oziroma sofinanciranje pri nakupu novih osebnih električnih avtomobilov prispevajo k razvoju čistejšega in energijsko učinkovitejšega sistema.

Literatura

- [1] Dell, R. M., Moseley, P. T. i Rand, D. A. J. *Towards Sustainable Road Transport*. Oxford: Academic Press. 2014.
- [2] Cvetek, D. *Simulacija komunikacije stanice za punjenje s električnim vozilom* (diplomski rad). Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. 2018.
- [3] Dokoza, H. *Doprinos električnih vozila održivom razvoju* (diplomski rad). Specijalistički diplomski stručni studij Veleučilišta u Karlovcu, Karlovac. 2016.
- [4] Novosel, M. *Izbor baterija kod solarnih, hibridnih i električnih vozila* (završni rad). Specijalistički diplomski stručni studij strojarstva Veleučilišta u Karlovcu, Karlovac. 2016.
- [5] Kupper, D., Kuhlmann, K., Wolf, S., Pieper, C., Xu, G. i Ahmad, J. *The Future of Battery Production for Electric Vehicles*. The Boston Consulting Group. 2018.
- [6] <http://e-learning.gornjogradska.eu/energijaekologijaengleski-ucenici/9-elektricna-i-hibridna-vozila/>, pristupljeno: 18.05.2019.
- [7] <https://mobiloil.com/en/article/why-the-mobil-advantage/mobil-1-modern-engines/hybrid-technology-and-mobil-1>, pristupljeno: 27.05.2019.
- [8] Dorotić, I. *Hibridna vozila*. Centar za vozila Hrvatske. 2012.
- [9] <https://www.volvocars.com/>, pristupljeno: 19.07.2019.
- [10] Ribić, F. Z. *Hibridni pogon automobile* (završni rad). Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek. 2016.
- [11] Kujundžić, G. *Estimacija stanja i parametara VRLA baterije nelinearnim Kalmanovim filtrom* (rad za KDI). Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. 2015.
- [12] <https://www.prometna-zona.com/akumulator/>, pristupljeno: 01.08.2019
- [13] Ostanek, M. *Specifičnost održavanja hibridnih cestovnih vozila* (završni rad). Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. 2016.
- [14] <https://www.autopress.hr>, pristupljeno: 29.07.2019.
- [15] <https://epunjaci.hr/>, pristupljeno: 29.07.2019
- [16] <https://www.bmw.hr/>, pristupljeno: 29.07.2019.
- [17] <https://autoportal.hr/>, pristupljeno: 05.07.2019.

[18] <https://www.schrack.hr/know-how/alternativni-izvori/elektromobilnost/punjenje-elektricnih-vozila/>, pristupljeno: 15.05.2019.

[19] Škoda, D. *Analiza isplativosti upotrebe električnog automobila* (diplomski rad). Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek. 2017.

[20] <http://www.poslovnih.hr/>, pristupljeno: 02.07.2019.

[21] <https://revijahak.hr/2019/02/14/infrastruktura-ne-prati-broj-elektricnih-vozila/>, pristupljeno: 06.07.2019.

[22] <https://www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signal-2017-oblikovanje-buducnosti/clanci/voznja-prema-elektricnoj-buducnosti>, pristupljeno: 06.07.2019.

[23] <https://elvonet.com/elektricni-automobili/prednosti-nedostaci-elektricnih-automobila/>, pristupljeno: 29.05.2019.

[24] Kuijper, T. J. v. d., Huang, L. i Cherry, C. R. "Health hazards of China: a review of its market drivers, production processes, and health impacts of lead-acid battery industry", u: *Environmental Health*. XII, 2013: 1-2.

[25] <http://www.civilnodrustvo.hr/amnesty-international-proizvodnja-baterija-za-elektricna-vozila-stetna-za-okolis/>, pristupljeno: 22.07.2019.

[26] <http://www.fzoeu.hr/>, pristupljeno: 20.06.2019.

[27] <https://eko.zagreb.hr/gradonacelnik-milan-bandic-grad-zagreb-i-zet-ambas/2209>, pristupljeno: 10.06.2019.

[28] <https://elen.hep.hr/>, pristupljeno: 27.05.2019.

[29] <https://lider.media/aktualno/tvrtke-i-trzista/poslovna-scena/cvh-dosad-je-u-rh-registrirano-459-elektricnih-i-3-717-hibridnih-vozila/>, pristupljeno: 13.07.2019.

[30] https://www.cvh.hr/media/3051/s12_broj_vozila_s_elektricnim_i_hibridnim_pogonom_2007do2018.pdf, pristupljeno: 02.06.2019.

[31] <http://www.energetika-net.com/vijesti/elektromobilnost/eu-potice-elektromobilnost-u-hrvatskoj-sloveniji-italiji-i-slovackoj-27550>, pristupljeno: 20.05.2019.

[32] Brozović, I., Regent, A. i Grgurević, M. "Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa", u: *Zbornik Veleučilišta u Rijeci*, ur. Saša Hirnig. Rijeka 2014: 275-294.

Popis ilustracija

| | |
|---|----|
| Slika 1. Elementi hibridne tehnologije, [7]..... | 4 |
| Slika 2. Hibridni pogonski sustav s obzirom na vezu mehaničkog i električnog dijela, [7]..... | 6 |
| Slika 3. Rimac C_Two, [14] | 13 |
| Slika 4. Audi E-tron, [15] | 14 |
| Slika 5. BMW i8 Coupe, [16] | 14 |
| Slika 6. Toyota Prius, [17] | 15 |
| Slika 7. Tipovi punjača za punjenje električnih vozila, [2] | 17 |
| Slika 8. Načini punjenja električnih vozila, [18] | 18 |
| Slika 9. Brza Teslina punionica | 19 |
| Slika 10. Punionica s izmjeničnom strujom i utičnicom tipa 2 | 19 |
| Slika 11. Sufinanciranje nabave energetski učinkovitijih vozila, [26] | 23 |
| Slika 12. HEP-ov razvojni projekt eMobilnosti (elen), [28]..... | 25 |
| Slika 13. Projekt bigEVdata, [28]..... | 25 |
| Slika 14. Vrsta automobila kojeg posjeduju ispitanici | 31 |
| Slika 15. Godišnji broj prijeđenih kilometara koji ispitanici prijeđu sa osobnim vozilom | 32 |
| Slika 16. Stajalište ispitanika o budućnosti osobnih električnih vozila | 32 |
| Slika 17. Stajalište ispitanika o najvećoj prednosti osobnih električnih vozila | 33 |
| Slika 18. Stajalište ispitanika o najvećem nedostatku osobnih električnih vozila..... | 34 |
| Slika 19. Pretpostavka godine nabave prvog osobnog električnog vozila..... | 34 |
| Slika 20. Stajalište ispitanika o smanjenju troškova zbog plaćanja punjenja električnog vozila umjesto plaćanja goriva..... | 35 |
| Slika 21. Udio prometa u stvaranju emisije stakleničkih plinova na svjetskoj razini prema mišljenju ispitanika | 35 |

Popis grafikona

| | |
|---|----|
| Grafikon 1. Broj registriranih osobnih vozila kategorije M1 s električnim, hibridnim i plug-in hibridnim pogonom, [30] | 26 |
| Grafikon 2. Procjena prodaje BEV, PHEV I E-REV do 2050. godine u milijunima primjeraka ukupno u svijetu, [10]..... | 27 |
| Grafikon 3. Tržišni udjel pojedinih vrsta automobila na norveškom tržištu, [20]..... | 28 |

Popis kratica

| | |
|------|--|
| HEV | (Hybrid Electric Vehicle) hibridno vozilo |
| PHEV | (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) hibridno vozilo s mogućnošću punjenja |
| BEV | (Battery Electric Vehicle) električno vozilo s akumulatorom |
| EREV | (Extended Range Electric Vehicles) električno vozilo s produljenim dometom |
| AC | (Alternating Current) izmjenična struja |
| DC | (Direct Current) istosmjerna struja |
| ECS | (Electronic Charging Station) punionica za električna vozila |
| BMS | (Baterij management system) sustav za nadzor baterije |
| ICCB | (In Cable Control Box) upravljački uređaj u napojnom kabelu |
| CNG | (Compressed natural gas) stlačeni prirodni plin |