

Percepcija električnih vozila kod kupaca automobila

Kranjčević, Lovro

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:315206>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-27**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET
Stručni prijediplomski studij elektrotehnike

Završni rad
**PERCEPCIJA ELEKTRIČNIH VOZILA KOD KUPACA
AUTOMOBILA**

Rijeka, rujan 2023.

Lovro Kranjčević
0069076467

SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET
Stručni prijediplomski studij elektrotehnike

Završni rad
**PERCEPCIJA ELEKTRIČNIH VOZILA KOD KUPACA
AUTOMOBILA**

Mentor: v. pred. mr. sc. Branka Dobraš

Komentor: izv. prof. dr. sc. Ivan Dražić

Rijeka, rujan 2023.

Lovro Kranjčević
0069076467

Rijeka, 19. srpnja 2023.

Zavod: **Zavod za elektroenergetiku**
Predmet: **Osnove elektrotehnike ST II**
Polje: **2.03 Elektrotehnika**

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: **Lovro Kranjčević (0069076467)**
Studij: **Stručni prijediplomski studij elektrotehnike**

Zadatak: **Percepcija električnih vozila kod kupaca automobila**

Opis zadatka:

U uvodnom dijelu rada potrebno je objasniti temeljne koncepte iz teorije električnih vozila, dati kratki pregled trenutnih tehnologija i koncepata. Zatim je potrebno formirati anketni upitnik kojim bi se istražili stavovi kupaca vozila o dostupnim tehnologijama i konceptima na tržištu električnih vozila. Podatke dobivene upitnikom potrebno je obraditi korištenjem temeljnih tehnika deksriptive i inferencijalne statistike, pri čemu posebno težište treba staviti na razlike prema demografskim karakteristikama ispitanika. Sve korištene statističke metode potrebno je ukratko objasniti.

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

Kranjčević

Zadatak uručen pristupniku: 20. ožujka 2023.

Rok za predaju rada: 11. rujna 2023.

Mentor:

Dobraš B.

Mr. sc. Branka Dobraš, v. pred.

Izv. prof. dr. sc. Ivan Dražić (komentor)

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

Prof. dr. sc. Dubravko Franković

IZJAVA

Sukladno članku 7. stavku 1. Pravilnika o završnom radu, završnom ispitu i završetku stručnih prijediplomskih studija Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci od 4. travnja 2023., izjavljujem da sam samostalno izradio završni rad prema preuzetom zadatku.

Rijeka, 12.9.2023.



Lovro Kranjčević

Ovaj rad posvećujem svojoj obitelji i djevojci Ivani, bez čije neumorne i bezgranične podrške ništa od ovoga ne bi bilo moguće.

Sadržaj

1.	UVOD	1
2.	O ELEKTRIČNIM AUTOMOBILIMA	2
2.1.	Povijesni razvoj	2
2.2.	Princip rada električnog automobila	6
2.3.	Tipovi električnih automobila	8
2.4.	Problematika električnih automobila	9
3.	ANKETNI UPITNIK	11
3.1.	Demografski i socio-ekonomski status ispitanika	15
3.2.	Iskustva ispitanika s električnim automobilima	17
3.3.	Ispitanici i nabavljanje električnih automobila	18
3.4.	Percepcija ispitanika o električnim automobilima.....	19
4.	METODE STATISTIČKE OBRADE PODATAKA	23
5.	KORELACIJSKA I REGRESIJSKA ANALIZA	25
5.1.	Međuovisnost prihoda ispitanika i godišnjeg prosjeka prijeđenih kilometara	25
5.2.	Međuovisnost dobi i prioriteta kod električnog automobila	26
5.3.	Međuovisnosti vezane uz percepciju problematike dosega	28
6.	ZAKLJUČAK	32
7.	LITERATURA	33
	Sažetak i ključne riječi.....	35
	Summary and key words.....	36

1. UVOD

Električni automobili dio su modernog sustava prijevoza otkako isti uopće postoje, a danas su na samom vrhuncu tehnološkog razvoja. Ciljevi ovog rada bili su višestruki.

Za početak, ukratko ćemo prikazati povijest i funkcionalnost električnih automobila, od njihovih samih začetaka do današnjeg dana, zajedno s prednostima i problematikom koji ih prate.

Nadalje, cilj je također osmisliti i provesti anketu koja će ispitati stavove, iskustva i mišljenja ispitanika o električnim automobilima.

Konačno, prioritet ovog rada je analizirati i predočiti rezultate provedene ankete da bi iz istih izvukli zaključke te potvrdili ili opovrgnuli neka uvriježena mišljenja; poput onog da starije ljude, u pravilu, ne brine zaštita okoliša ili da su zatvoreni prema novim idejama, te da ljudi boljeg imovinskog stanja percipiraju električne automobile kao luksuzne strojeve za pomicanje granica performansi i sličnih tvrdnji.

Zaključke dobivene anketom i popratnom analizom iste možemo iskoristiti na više načina. Jedan od tih bio bi usmjerenje marketinga prema potencijalnim kupcima električnih automobila iz raznih demografskih i socio-ekonomskih skupina. Drugi može biti osvještavanje proizvođača električnih automobila o percepcijama prednosti i problematike njihovog proizvoda među potencijalnim kupcima. U svakom slučaju, moguće primjene zaključaka analize potencijalno su od velike važnosti za industriju električnih automobila.

2. O ELEKTRIČNIM AUTOMOBILIMA

Električni automobil kao takav je, u svojoj suštini, samo vozilo kojeg pogoni elektromotor koristeći energiju skladištenu u baterijama, no na razini koncepta on je puno više. Iako je sama ideja starija od one konvencionalnog automobila, nikad nije zaživjela intenzitetom i razinom kao automobili s motorom na unutarnje izgaranje pa se električni automobili koje danas poznajemo počinju pojavljivati tek početkom ovog tisućljeća.

Električni automobili nose sa sobom brojne prednosti u vidu performansi, ekonomičnosti te umanjenog utjecaja na okoliš, no usprkos tome još uvijek ne uspijevaju svrgnuti s trona konvencionalne automobile. Dijelom zbog imidža stabilnosti i pouzdanosti konvencionalnog automobila, koji se izgradio kroz više od stotinu godina, od početka radnog vijeka Forda modela T, a dijelom zbog opipljivih limitirajućih faktora koji još nisu iskorijenjeni, kao što su kapacitet baterije, infrastruktura punionica, cijena. Stoga, električni automobili značajno kaskaju po broju prodanih modela iza konvencionalnih automobila, iako se trend kroz godine polagano mijenja [1].

Konačno, valja zadržati na umu jednostavnu činjenicu da, iako pogonjeni elektromotorima koji sami po sebi nemaju štetne emisije CO₂, električni automobili nisu čudesno rješenje za svjetsku ekologiju, barem ne u stadiju u kojem se trenutno nalaze. Ukoliko pretpostavimo da su električni automobili vozilo budućnosti utoliko će biti potrebno pronaći solucije za neke fundamentalne nedostatke u procesima proizvodnje električne energije te zbrinjavanja i recikliranja otpada, točnije baterije.

2.1. Povijesni razvoj

Razvoj električnih automobila započeo je u prvoj polovici 19. stoljeća, kad se ideja električne kočije pojavljuje u umovima inovatora diljem svijeta, a posebice u Mađarskoj, Nizozemskoj te SAD-u. Prvi koncepti bili su grubi, tek nešto više od crteža ili ideje, te je trebalo još gotovo pola stoljeća za realizaciju funkcionalnog električnog vozila, koje su osmislili engleski i francuski izumitelji.

Tako je prvu probnu vožnju vozila na električni pogon proveo Gustave Trouvé u Parizu 1881. godine, dok je prvi pravi električni automobil proizveden 1888. godine, od strane njemačkog inženjera Andreasa Flockena, a prvi uspješni električni automobil u SAD-u pojavio se oko 1890. godine, kojega je razvio William Morrison u Des Moinesu, u državi Iowi [2].



Slika 2.1: Električni automobil Thomasa Parkera iz 1895. [2]

Nakon što su se prvi kamenčići razvoja zakotrljali, bilo je samo pitanje vremena kad će se ideja električnog automobila proširiti, pa su tako potkraj 19. stoljeća London i New York imali flotu električnih taksija, a do 1900. godine u SAD-u, gdje je ideja bila najprihvaćenija, električni automobili sačinjavali su trećinu svih vozila na cestama. Naime, to je bio trend koji u idućih 10 godina nije pokazivao znakove usporavanja.

Ovakav poredak u automobilskoj industriji potrajao je do početka 1920-ih godina, kada započinje polagano propadanje električnog automobila u korist automobila s motorom na fosilna goriva, čemu je pridonijelo više faktora. Prvo, poboljšana infrastruktura cesta dovela je do potrebe za automobilom s većim dometom, u čemu su električni automobili vrlo ograničeni. Drugo, konvencionalni automobili nadvladali su većinu početnih nedostataka koji su ih mučili od začetka koncepta, kao što su metoda paljenja, buka te masovna proizvodnja,

koja im je značajno snizila cijenu, što nije bio slučaj kod cijena električnih automobila. Treće, otkrića velikih nalazišta nafte diljem svijeta dovele su do drastičnog smanjenja cijena goriva, što je učinilo konvencionalne automobile jeftinijim za korištenje na duge distance.



Slika 2.2: Thomas Edison uz rani model električnog automobila, 1901. [2]

Kombinacija ovih faktora dovela je do prestanka proizvodnje velike većine električnih automobila do 1930-ih, a primat je prešao konvencionalnim automobilima, koji će isti zadržati sve do današnjeg dana [3].

Kroz 70-te i 80-te godine razvoj električnih automobila, potpomognut energetsom krizom, stekao je obnovljeni zamah, iako samo na testnoj, odnosno konceptualnoj razini. Tako je prvo vozilo s posadom na Mjesecu, za vrijeme misije Apollo 15, bilo upravo električno. Zvalo se „Moon buggy“, a razvili su ga Boeing i General Motors. To vozilo je imalo DC motor u svakom kotaču i par 36-voltnih nepunjivih baterija.

Ovakav odnos snaga na tržištu održao se sve do 2000-ih godina, kad se pojavljuju prvi električni automobili prilagođeni autocestama. Pionir ove nove generacije električnih automobila bio je Tesla Roadster, dostavljen prvim kupcima 2008. godine. Pogonjen litij-

ionskim baterijama, bio je prvi masovno proizvedeni, isključivo, električni automobil, dometa većeg od 320 km po punjenju [4].

Naime, to je potaknulo ostale proizvođače automobila na razvoj vlastitih inačica, a kupce, potencijalne i stvarne, na razmišljanje leži li zapravo budućnost cestovnog prometa u električnim vozilima.



Slika 2.2: Tesla Roadster prve generacije, 2008. [4]

Usljedili su brojni koncepti primarno azijskih proizvođača: Mitsubishi i-MiEV, dok je u Europi rebrendiran i prodavan kao Peugeot iOn ili Citroën C-Zero. Zatim svoje tržište nalazi i Nissan Leaf te ubrzo potom električni modeli gotovo svih velikih automobilskih marki. Ideja započeta sredinom 19. stoljeća u umovima nekoliko vizionara, prešla je prag proboja u takozvani „mainstream“.

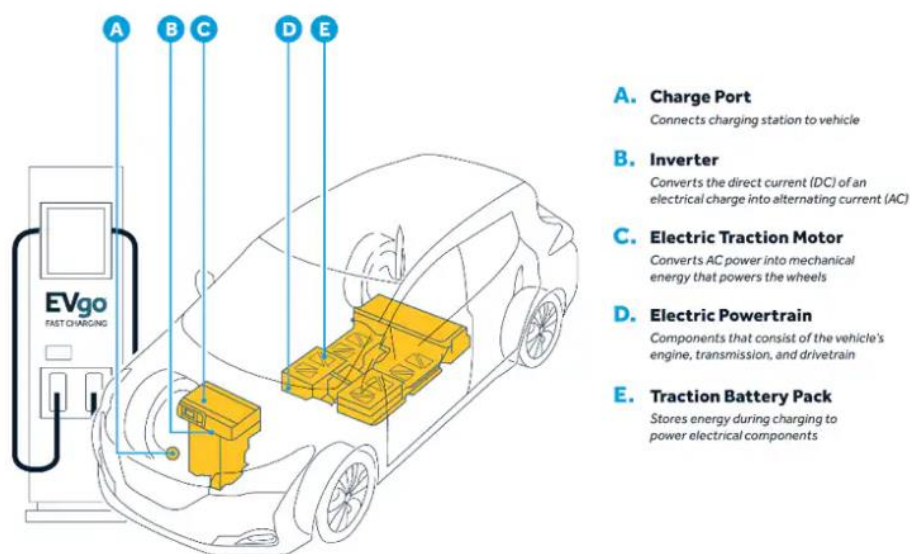
Danas električni automobili predstavljaju svojevrsnu svakodnevicu na autocestama i gradskim ulicama, postigavši nenadmašivu razinu ekonomičnosti, minimalnog ekološkog otiska i zavidnih performansi, rješavajući usput glavne limitirajuće faktore u vidu doseg, tehnologije i dimenzija baterija.

Sredinom 2022. broj prodanih električnih automobila diljem svijeta prešao je 20 milijuna [5]. To je trend koji ne pokazuje znakove usporavanja i samo povećava svoj zalet kako vrijeme odmiče.

2.2. Princip rada električnog automobila

Za razliku od konvencionalnih automobila, električni automobili nemaju motor s unutarnjim izgaranjem. Umjesto toga oni imaju set komponenata koji im omogućuje da pretvore uskladištenu energiju iz baterija u moment na osovina. Tijekom ovog procesa, električni automobili ne generiraju štetne emisije CO₂, kao ni buku.

Ukratko, električni automobili primaju energiju preko stanice za punjenje, a skladište im je u baterijama. Baterije napajaju motor koji daje moment na osovine što u konačnici pokreće automobil. Ovaj složeni proces događa se u 5 komponenti.



Slika 2.3: Grubi prikaz esencijalnih komponenti električnog automobila [6]

1. Otvor za punjenje (*charge port*): omogućuje baterijama primanje energije iz vanjskog izvora, odnosno iz punionice. Punjenje se može odvijati na više razina:
 - Prva razina koristi 120-voltnu utičnicu i najsporija je, pružajući samo 3-8 kilometara dometa po satu punjenja.
 - Druga razina koristi 220 ili 240-voltnu utičnicu i zahtijeva specijaliziranu opremu ili javnu punionicu, puno je brža od prve razine i pruža 15 do 30 kilometara dometa po satu punjenja.
 - DC brzo punjenje kompatibilno je samo s određenim „plug-in“ vozilima, ali pomoću ispravljanja AC u DC struju može napuniti čitavu bateriju u 15-45 minuta.
2. Inverter: mijenja tok elektrona iz baterije da bi struju pretvorio iz istosmjernog u izmjenični oblik, koja se onda koristi za napajanje elektromotora. Nužna su komponenta električnog automobila jer litij-ionske baterije, koje napajaju veliku većinu električnih automobila, primaju samo istosmjernu struju. Dok elektromotori, koji se koriste za pogon, trebaju izmjeničnu struju da bi funkcionirali na željeni način. Inverteri se također koriste za kontrolu frekvencije izmjenične struje koja se šalje u motor, čime mogu direktno kontrolirati brzinu električnog automobila.
3. Elektromotor (*electric traction motor*) – pretvara električnu energiju u mehanički moment na osovini, što u konačnici pokreće električni automobil. Suprotno konvencionalnom automobilu, električni automobili imaju pristup punom okretnom momentu svog motora od mirovanja, odnosno ne trebaju spojku niti set brzina, a prijenos snage od papučice na motor je gotovo trenutno. Trenutno se koristi više različitih tipova elektromotora, a najidealniji je takozvani „brushless“ DC motor koji, zbog elektroničke komutacije i izostavljanja četkica, ima visoku razinu učinkovitosti i izuzetno nisko trošenje materijala odnosno troškove održavanja.
4. Baterije (*traction battery pack*) – skladište energiju primljenu iz mreže tijekom punjenja, koja se zatim koristi za napajanje elektromotora i ostalih električkih komponenti vozila. Velika većina električnih vozila danas koriste litij-ionske baterije, primarno zbog visoke energetske gustoće, visokih struja i malih troškova održavanja. Uz to, neka električna vozila imaju i dodatnu pomoćnu bateriju koja napaja isključivo pomoćne sisteme.

5. Električni pogonski sklop (*electric powertrain*) – objedinjuje čitavi električni sistem koji omogućuje električnom automobilu da funkcionira: inverter, elektromotor, reduksijski pogon i vučnu bateriju. Lagani su, kompaktni, uzrokuju minimalne vibracije i pružaju trenutni moment na osovinu, a većina ima mogućnost i regenerativnog kočenja, koje pri usporavanju vraća neiskorištenu izmjeničnu struju natrag u bateriju [6].

2.3. Tipovi električnih automobila

Električne automobile današnjice dijelimo na nekoliko tipova ovisno o vrsti napajanja.

1. Električni automobil (*Battery electric vehicle, BEV*): za napajanje koristi isključivo kemijsku energiju unutar baterije, bez sekundarnog izvora pogona, ne koristi motor s unutarnjim izgaranjem niti gorivo, što znači da ne proizvode nikakve štetne emisije (primjer: Nissan LEAF).
2. Hibridni automobil (*Hybrid electric vehicle, HEV*): kombinira konvencionalan motor s unutarnjim izgaranjem s električnim pogonskim sustavom u cilju boljih performansi ili bolje ekonomičnosti. Ovisno o spoju konvencionalnog motora i električnog pogona, mogu biti paralelni, serijski ili kombinirani hibridi. Svaki od kojih nosi određene prednosti i nedostatke, a zajednički denominator im je da se njihove baterije ne mogu puniti na punionici već jedino regenerativnim kočenjem i motorom s unutarnjim izgaranjem (primjer: Honda CR-Z).
3. „Plug-in“ hibridni automobil (*Plug-in hybrid vehicle, PHEV*): u esenciji hibridni automobili čije se baterije mogu puniti iz eksternog izvora energije, kao i pomoću vlastitog motora s unutarnjim izgaranjem ili regenerativnog kočenja. U ostalim značajkama jednaki su hibridnim automobilima (primjer: Mitsubishi Outlander PHEV).

2.4. Problematika električnih automobila

Električne automobile, iako od početka na samom rubu razvitka tehnologije, trenutno muči nekoliko bitnih nedostataka.

Jedan od najvećih limitirajućih faktora kod električnih automobila današnjice, a ujedno možda i najkrucijalniji za običnog kupca, je njihova cijena. Iako je samo pogonsko sredstvo, električna struja, drastično je jeftinija od bilo koje alternative, sam automobil, točnije baterija više je od četvrtine ukupne cijene [7]. Zapravo, baterija znatno povećava ukupnu cijenu posjedovanja i korištenja električnog automobila.

Nesrazmjerne prvotne cijene balansiraju se dugim korištenjem, pa će se tako električni automobil nakon određenog broja pređenih kilometara prvo izjednačiti, a zatim će i preteći konvencionalni automobil u vidu ekonomičnosti.

Također mnoge države provode posebne programe poreznih olakšica namijenjene prosječnom kupcu i povrata u svrhu omogućavanja lakše kupovine električnog automobila, uključujući i Republiku Hrvatsku. Program sufinanciranja električnih vozila je, samo kroz 2022. godinu, osigurao 108,3 milijuna kuna za kupnje energetski učinkovitih vozila, što je uvelike doprinijelo povećanju broja električnih vozila na Hrvatskim cestama [8].

Jedan od problema ovih automobila, danas već duboko u fazi rješavanja, jest infrastruktura punionica. Električni automobili zahtijevaju specijalizirane punionice da bi balansirali, svoj još uvijek, relativno manji domet u odnosu na konvencionalne automobile. Budući da tek stječu na popularnosti i raširenosti, infrastruktura tih punionica još je u fazi izgradnje.

Brze punionice uz autoceste u Republici Hrvatskoj postavlja HEP d.d., na lokacijama operatora INA d.d., ARZ-a i HAC-a, a druge punionice i priključci u vlasništvu ostalih tvrtki raštrkane su po mnogim lokacijama.

Tako danas na području RH postoji više od 1,200 raznih punionica i priključaka, a za očekivati je da će infrastruktura punionica postajati sve gušća i bolje umrežena, što znači da u skoroj budućnosti punjenje električnog automobila ne bi trebalo biti ništa kompliciranije od punjenja onog konvencionalnog.

Konačno, iako su sami po sebi ekološki neutralni, električni automobili povlače nekoliko bitnih pitanja glede svog utiska na Zemlju. Pravo je pitanje odlaganja i recikliranja baterija na kraju njihovog radnog vijeka. Budući da litij-ionske baterije itekako nisu biorazgradive te se kao takve velikom većinom odlažu na standardna odlagališta otpada, proces recikliranja baterija daleko je od usavršenog. To će se morati promijeniti ako očekujemo da električni automobili jednog dana postanu norma.

Danas se samo 5% svjetskih litij-ionskih baterija reciklira, poražavajuća statistika koja nameće nezaobilaznu potrebu za promjenom i inovacijom [9]. Isto tako, iako njihovo pogonsko sredstvo samo po sebi ne ostavlja nikakav trag na okoliš, velika većina proizvedene električne energije dolazi iz neobnovljivih izvora, točnije iz elektrana pogonjenih fosilnim gorivima [10].

To čini električne automobile svojevrsnim posrednicima između industrije fosilnih goriva i okoliša umjesto čudesnog rješenja ekološkog problema transporta na Zemlji. To je problem koji će se također morati riješiti želimo li smanjiti pritisak na ekologiju i normalizirati korištenje električnih automobila u budućnosti.

3. ANKETNI UPITNIK

Provedeni anketni upitnik sastojao se od nekoliko tipova pitanja te je bilo podijeljen na 3 distinktna dijela.

Prvi dio činila su pitanja s ponuđenim odgovorima, počevši od općih pitanja, čija je svrha bila definirati ispitnu skupinu po određenim generalnim parametrima, pa sve do specifičnih pitanja o preferencama i mišljenjima vezanim za automobile, električne ili konvencionalne.

Tako se u prvom dijelu ankete pojavljuju pitanja o spolu, dobi, stručnoj spremi, radnom statusu, osobnom prihodu te mjestu stanovanja. Nadalje, pitanja se također vežu za tip korištenog automobila, zanimanje za automobile i alternativne izvore energije, ali i na prijašnja iskustva s korištenjem električnog automobila te mišljenje o istom; te na posljetku se pojavljuje pitanje o godišnjem prosjeku napravljenih kilometara u automobilu te raznim drugim stajalištima i mišljenjima.

Pitanja u ovom dijelu ankete bila su:

Spol, dob, stručna sprema, radni status ispitanika, osobni mjesečni prihod ispitanika (u eurima).

U kojoj županiji živite?

Kakav automobil vozite?

Ocijenite vlastito zanimanje prema automobilima.

Procijenite svoj interes za alternativne izvore energije i nove tehnologije.

Jeste li razmatrali kupnju električnog automobila?

Ako ste bili u mogućnosti, koju ste vrstu električnog automobila isprobali?

Ako ste ga isprobali, kako biste ocijenili iskustvo s električnim automobilom?

Koliko kilometara u prosjeku godišnje prelazite u automobilu?

Koje je vaše stajalište o budućnosti električnih automobila?

Do koje godine mislite da ćete nabaviti električno vozilo?

Koliko više biste bili spremni platiti za novo električno vozilo umjesto konvencionalnog?

Biste li prešli na električno vozilo ako bi vam udobnost i/ili dizajn bili jednaki/bolji nego kod konvencionalnog automobila?

Koji domet vožnje očekujete od električnog automobila u jednom punjenju baterije?

Biste li kupili električno vozilo bez baterije (jeftinije 40%) te zatim iznajmljivali baterije od punionice?

U slučaju iste cijene biste li radije koristili punionicu ili stanicu za izmjenu baterije?

Kada bi imali električno vozilo biste li ga mogli puniti kod kuće? (parking, garaža itd.)

Biste li bili voljni produžiti svoje putovanje električnim automobilom zbog punjenja baterije svakih 250 km?

Koji je glavni razlog zašto biste kupili električno vozilo?

Koji je glavni razlog zašto ne biste kupili električno vozilo?

Drugi dio činila su pitanja s odgovorima u vidu Likertove skale. Ispitanici su ocjenjivali vlastitu percepciju problema kod električnih automobila, gdje su s brojkom 1 označavali da ne percipiraju nikakav problem, a brojkom 10 da percipiraju veliki problem. Na isti način ispitanici su ocjenjivali percepciju prednosti električnih automobila te važnost mišljenja pojedinih entiteta kao što su obitelj, stručnjaci, prodajno osoblje i slično.

Pojmovi o kojima su ispitanici ocjenjivali vlastitu percepciju u ovom dijelu ankete bili su:

Visoka cijena, doseg, sigurnost, pouzdanost, nedostatak punionica/dugo vrijeme punjenja.

Dugoročna ušteda, zaštita okoliša, tehnološke inovacije.

Vlastito mišljenje, mišljenje u stručnim časopisima/na Internetu, mišljenje prodajnog osoblja, mišljenje obitelji i prijatelja.

U trećem i konačnom dijelu ankete ispitanici su, također pomoću odgovora u vidu Likertove skale ocjenjivali slaganje s određenim tvrdnjama vezanim za vlastitu percepciju električnih automobila, njihove sigurnosti, ekonomičnosti, socijalnog aspekta te povezane infrastrukture (punionica). Pri tome je brojkom 1 bilo označeno potpuno neslaganje, brojkom 2 djelomično neslaganje, brojkom 3 ni slaganje niti neslaganje, brojkom 4 djelomično slaganje i brojkom 5 potpuno slaganje s danom tvrdnjom. Tvrdnje s kojima su ispitanici izrazili svoje slaganje/neslaganje bile su:

Uglavnom, brinem se o zaštiti okoliša i pokušavam racionalno koristiti energiju.

Vjerujem da bi trebalo pružiti financijski poticaj za kupnju električnih vozila.

Razmotrio/la bih ulaganje više novca u električni automobil ako bi imao iste ili bolje performanse od tradicionalnih vozila.

Želim da moj automobil odražava moj društveni status.

Vjerujem da posjedovanje električnog automobila pruža prestižan status u društvu.

Električni automobili su siguran način transporta.

Emisije ispušnih plinova igraju značajnu ulogu u mom odabiru automobila.

Električni automobili su ekonomski isplativi.

Električni automobili su mi cjenovno prihvatljivi.

Postoji električni automobil koji bih rado imao/imala.

Redovito se informiram o novostima iz automobilskog svijeta.

Važnije mi je to koliko goriva troši automobil od njegovih voznih karakteristika.

Vjerujem da će električni automobili potpuno zamijeniti klasične unutar 20 godina.

Električni automobili su dugoročno ekološki održivi.

Kada budem razmatrao/razmatrala sljedeću kupnju automobila, fokusirat ću se na opciju električnog vozila.

Korištenjem električnih automobila možemo doprinijeti očuvanju okoliša.

Kod električnog automobila važna mi je eliminacija/smanjenje potrošnje nafte i naftnih derivata.

Kod električnog automobila važna mi je udobnost.

Kod električnog automobila važna mi je smanjena emisija stakleničkih plinova.

Kod električnog automobila važan mi je dizajn.

Kod električnog automobila važne su mi performanse.

Mislim da je prelazak na elektrificirane automobile pozitivan korak u razvoju motornog prometa.

Spreman/na sam odabrati najprikladniju dostupnu stanicu za punjenje svaki put kad želim napuniti svoj električni automobil.

Nedostatna infrastruktura za punjenje električnih automobila predstavlja najveći izazov u procesu prelaska na elektromobilnost.

Kada uspoređujem bilo koji električni automobil s konvencionalnim alternativama, poprilični naglasak stavim na početnu cijenu.

Izuzetno mi je važno imati jasno razumijevanje troškova upotrebe i održavanja električnih automobila.

Prelazak na električni automobil ne bi trebao bitno mijenjati moje svakodnevne obrasce kretanja.

Izuzetno mi je važna jednostavna dostupnost i praktičnost usluge punjenja električnog automobila prilikom razmatranja kupovine istog.

Korištenje električnih punionica i plaćanje za uslugu punjenja trebaju biti jednako jednostavni kao i proces punjenja goriva kod konvencionalnih automobila.

Proizvođači električnih automobila koji pružaju integriranu podršku za punjenje električnih vozila smatraju se ozbiljnijima od onih koji to ne čine.

Električni automobili su znatno složeniji u usporedbi s vozilima s unutarnjim izgaranjem.

Automobili s električnim pogonom na punjive baterije nisu pouzdani za svakodnevnu uporabu.

Napredak u tehnologiji baterija za električne automobile ne ispunjava trenutne zahtjeve.

Praktičan doseg električnih automobila je ozbiljan izazov, što ih čini manje prikladnima za duge vožnje.

Vjerujem da posjedujem dovoljno znanja o električnim automobilima i mogućnostima punjenja.

Interesiraju me elektroautomobili.

Naposljetku, u radu nisu korištena sva pitanja iz ankete, već su nakon provedene analize međuovisnosti zadržani parovi pitanja koji su pokazali neku statističku relevantnost.

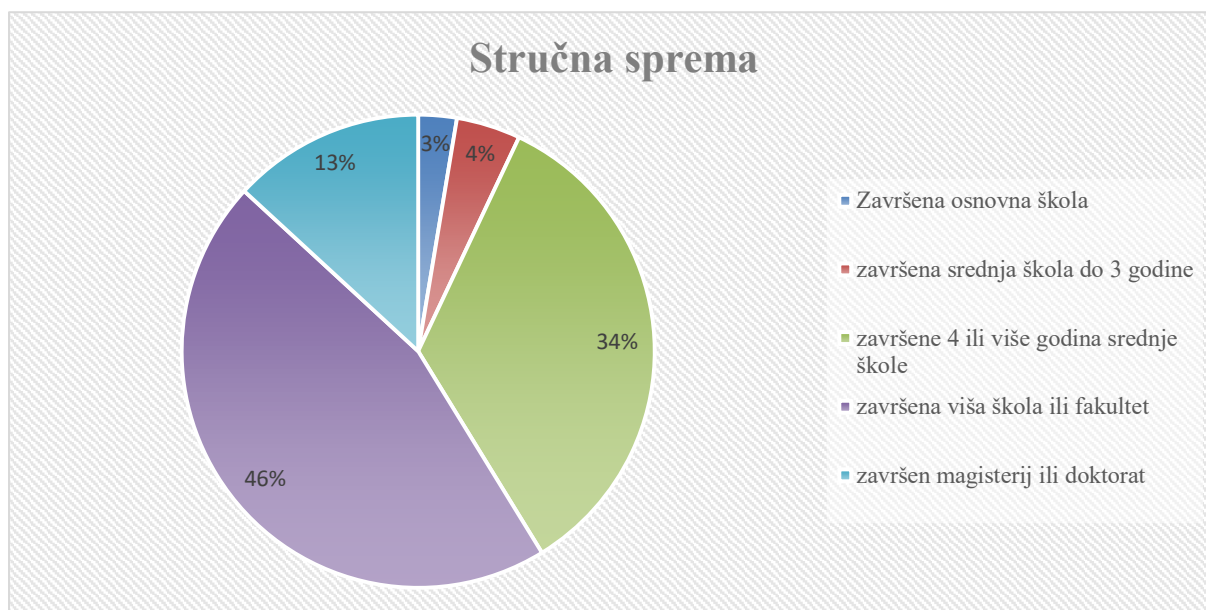
3.1. Demografski i socio-ekonomski status ispitanika

Anketni upitnik ispunilo je 114 osoba. Po pitanju spola, među skupljenim ispitanicima 60,5% izjasnili su se kao muškarci a 39,5% kao žene, što znači da su među ispitanicima prevladavali muškarci ali ne u mjeri koja bi invalidirala rezultate anketnog upitnika kao pristrane.

Većina ispitanika (43%) pripada starosnoj skupini 25-34 godine, zatim onoj 18-24 godine (28,1%), potom onoj 45-54 godine (15,8%), zatim 55-64 godine (7%), te konačno najmanjoj

grupi ispitanika, onoj 35-44 godine (6,1%). Iako je još bila ponuđena i starosna skupina starija od 65 godina, nijedan ispitanik nije pripadao ovoj skupini.

Po pitanju stručne spreme ispitanici su bili podijeljeni u 5 kategorija. Prva je bila grupa onih ispitanika sa završenom osnovnom školom, zatim ona sa završenom srednjom školom do 3 godine, potom ona sa završene 4 ili više godina srednje škole, ona sa završenom višom školom ili fakultetom, te konačno ona grupa ispitanika sa završenim magisterijem ili doktoratom. Podjela ispitanika po stručnoj spremi može se vidjeti na grafu na slici 3.1.1. Najviše (46%)



ispitanika ima završen fakultet ili magisterij, a najmanje (3%) ispitanika ima završenu osnovnu školu.

Slika 3.1.1: Podjela ispitanika po stručnoj spremi [Izvor: autor]

Po pitanju radnog statusa ispitanici su također bili podijeljeni u 5 skupina. Najveći dio ispitanika (51,8%) pripadao je skupini zaposlenih sa stalnim radnim odnosom, malo više od četvrtine ispitanika (25,4%) tada se izjasnilo kao nezaposleno, jedan dio (10,5%) zaposlen je na određeno vrijeme, mali dio (8,8%) radi honorarno, a najmanja skupina ispitanika (3,5%) je samozaposlena.

Nadalje, po pitanju osobnog mjesečnog prihoda ispitanici su ponovno bili podijeljeni u 5 skupina, pa su tako redom po veličini skupina 700 do 1,000 EUR (29,8%), skupina s manje od 500 EUR mjesečnih prihoda (27,2%), skupina od 1,000 do 1,300 EUR (23,7%), skupina od 500

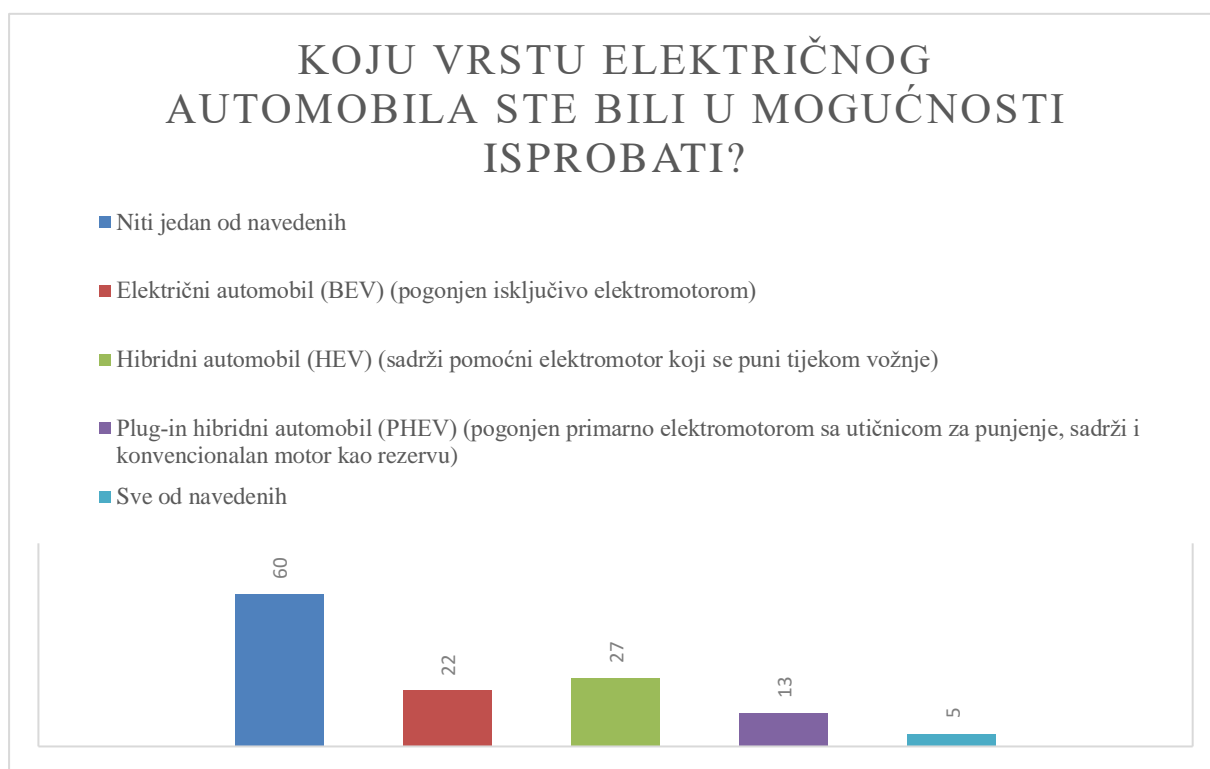
do 700 EUR (12,3%) te konačno najmanja skupina, ona s više od 1,300 EUR mjesečnih prihoda (7%).

3.2. Iskustva ispitanika s električnim automobilima

U nastavku prvog dijela ankete ispitanici su izražavali, između ostalog, svoj interes za automobile, nove tehnologije i alternativne izvore energije, dijelili su svoja iskustva i (ne)zadovoljstvo s električnim automobilima, u pogledu cijene, karakteristika, budućnosti i popratne infrastrukture (punionica).

Velika većina ispitanika (89,4%) izrazila je barem zamjetan interes (3 ili više od mogućih 5 stupnjeva) za nove tehnologije i alternativne izvore energije, a dobar dio njih (61,4%) i ono što bi se moglo nazvati značajnim interesom (4 i 5).

Po pitanju prijašnjih iskustava s električnim automobilima, rezultati anketnog upita prikazani su grafikonom na slici 3.2.1.

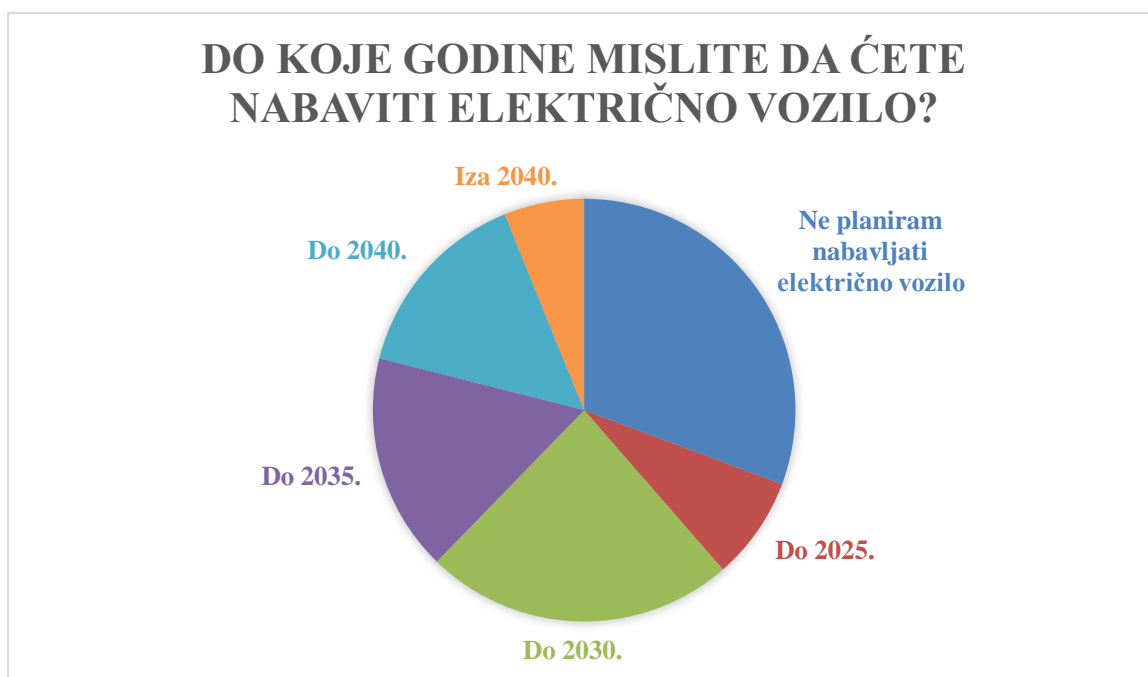


Slika 3.2.1: Prijašnja iskustva ispitanika s elek. automobilima [Izvor: autor]

Na grafikonu na slici 3.2.1 možemo vidjeti da većina ispitanika nije isprobala nijedan tip električnog automobila, što može značiti da isti još uvijek nisu ni približno rasprostranjeni poput konvencionalnih automobila.

3.3. Ispitanici i nabavljanje električnih automobila

Po pitanju spremnosti na nabavljanje električnog automobila većina ispitanika (69,3%) izrazila je potvrdnu želju u nekom vremenskom periodu. Značajan dio (23,7%) izrazio je mišljenje da će električni automobil nabaviti već do 2030. godine, a relativno malen dio (7,9%) već do 2025. godine. Grafički prikaz planova ispitanika vezanih za nabavljanje električnih automobila vidljiv je na slici 3.3.1.

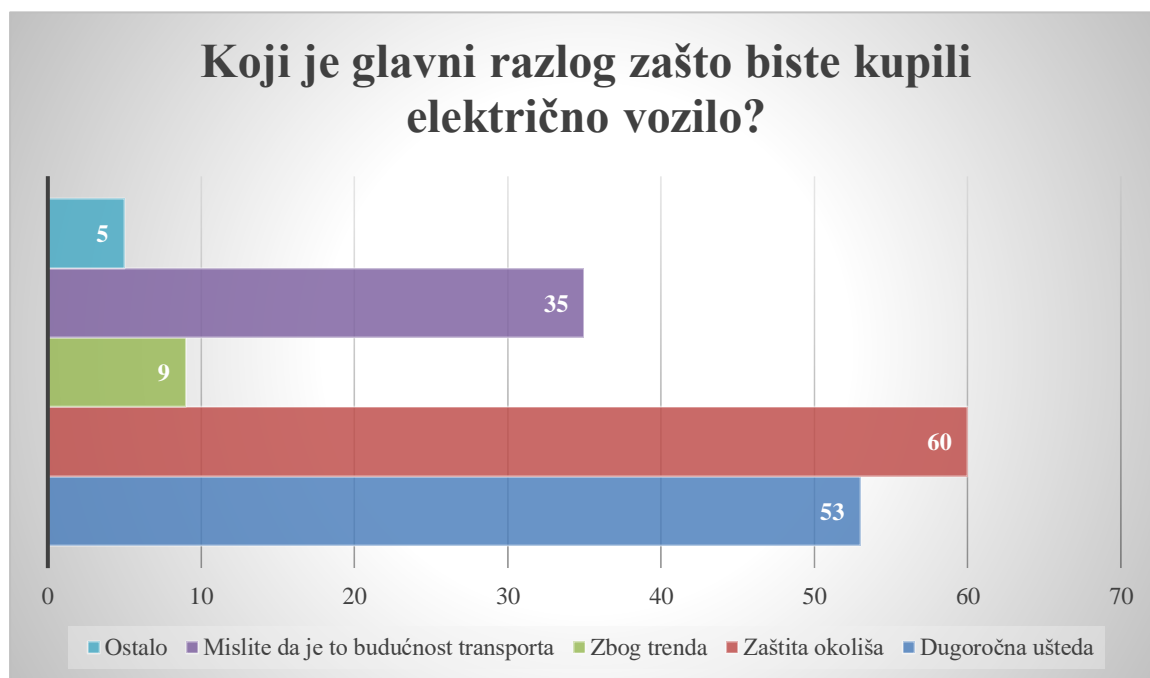


Slika 3.3.1: Planovi ispitanika u vidu nabavljanja el. automobila [Izvor: autor]

Po pitanju razloga za nabavljanje električnog automobila, gdje je bilo moguće odabrati više odgovora, mišljenja ispitanika su jednoliko podijeljena između 3 glavna razloga.

Najveći dio ispitanika (52,6%) na kupnju električnog automobila odlučio bi se barem djelomično zbog zaštite okoliša, malo manji, ali također značajan dio (46,5%) na isto bi se odlučio zbog dugoročne uštede. Dok bi se, po veličini iduća skupina (30,7%), na taj pothvat odlučila zbog uvjerenja da su električni automobili budućnost transporta. Mali dio ispitanika

(7,9%) odluku bi donio zbog trenda, a ostatak (4,5%) je podijeljen između ostalih odgovora. Grafički prikaz odgovora ispitanika vidljiv je na slici 3.3.2.



Slika 3.3.2: Razlozi ispitanika za kupnju električnog vozila [Izvor: autor]

Ovakva raspodjela odgovora pozitivno je iznenađujuća, prvenstveno zbog prednjačenja zaštite okoliša kao primarnog razloga kupnje električnog automobila, što može signalizirati povećanje ekološke osviještenosti kod ispitanika.

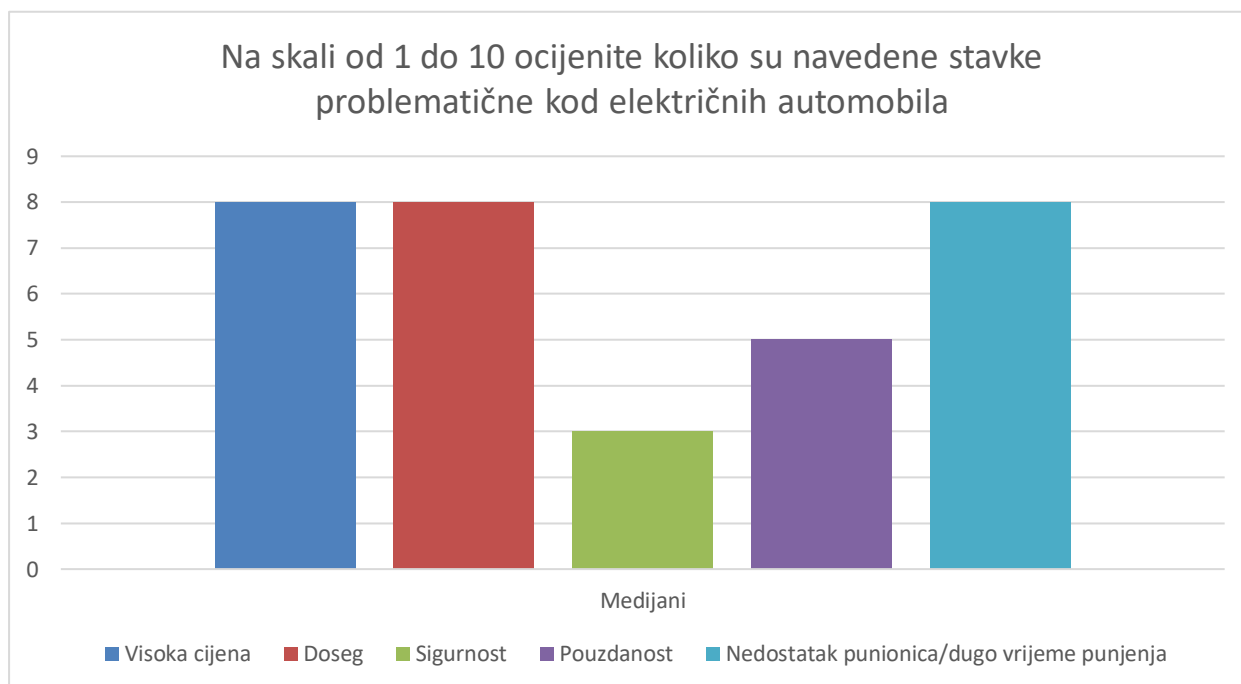
3.4. Percepcija ispitanika o električnim automobilima

U drugom dijelu ankete ispitanici su, na način opisan početkom ovog poglavlja, odgovorima u vidu Likertove skale ocjenjivali vlastitu percepciju nekih problema i prednosti kod električnih automobila u odnosu na konvencionalne, kao i do čijeg mišljenja (stručnjaci, prodajno osoblje, obitelj) im je najviše stalo po pitanju izbora električnog automobila.

Visoku cijenu je veliki dio ispitanika (65%) percipirao kao značajan problem (8, 9 ili 10 na skali), a gotovo zanemariv broj ispitanika (7,1%) mišljenja je kako visoka cijena nije problem kod električnih automobila. Ovakav rezultat bio je očekivan, budući da je cijena električnih automobila još uvijek osjetno viša od cijene konvencionalnih.

Po pitanju percepcije manjeg doseg električnih automobila kao problema, rezultati su bili vrlo slični onima po pitanju visoke cijene, odnosno većina ispitanika (53,5%) smatra da je malen doseg izraziti problem kod električnih automobila (8 i više na skali), dok također značajan dio ispitanika (41,3%) percipira barem nekakav problem s dosegom (4 do 7 na skali). Manji doseg električnih automobila u odnosu na konvencionalne problem je čiji se intenzitet smanjuje iz godine u godinu, no taj problem i dalje postoji te ima značajan utjecaj na mišljenje ispitanika.

Grafički prikaz percepcije ispitanika o problemima kod električnih automobila vidljiv je na slici 3.4.1.



Slika 3.4.1: Percepcija ispitanika o problematici elek. automobila [Izvor: autor]

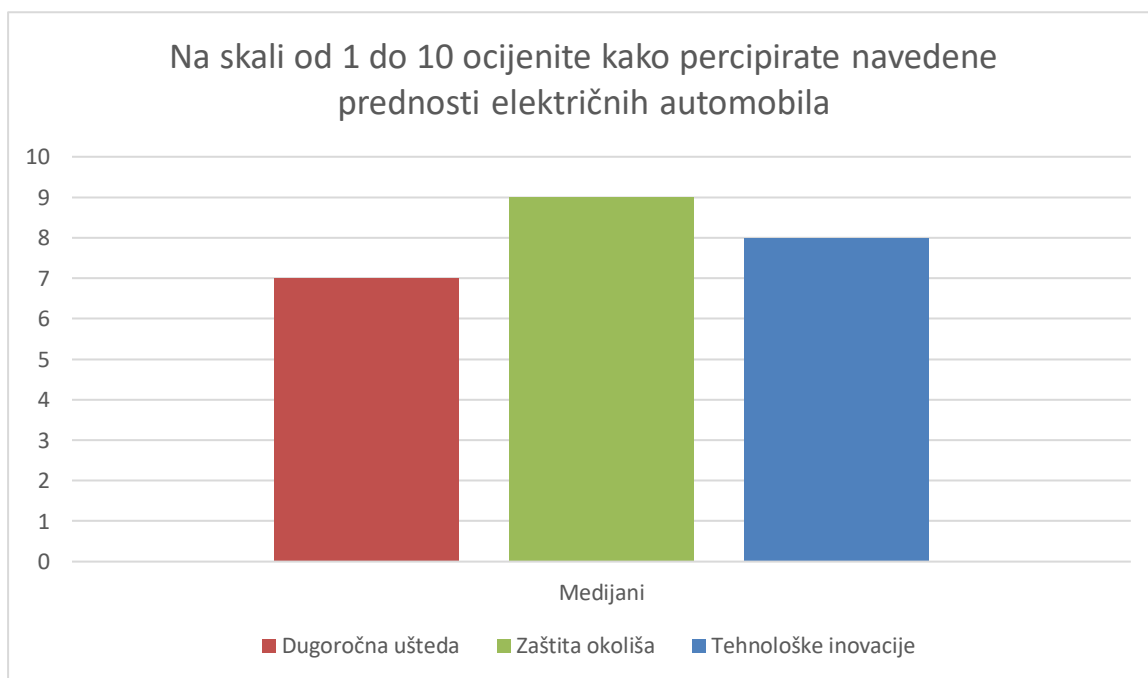
Po pitanju percepcije određenih aspekata kao prednosti kod električnih automobila, ispitanici su bili većinom pozitivnog mišljenja.

Tako dugoročnu uštedu značajan dio (40,3%) ispitanika gleda kao veliku prednost (8 ili više na skali), a samo malen dio (8,8%) ne percipira dugoročnu uštedu kao neku prednost ili smatra da dugoročna ušteda u ovom slučaju ne postoji.

Po pitanju tehnoloških inovacija percepcija je bila najpozitivnije naklonjena, pa tako većina ispitanika (62,3%) gleda na tehnološku inovaciju kao na veliku prednost kod električnih automobila (8 ili više na skali), a značajan dio (28,9%) mišljenja je da je to barem nekakva prednost (od 4 do 8 na skali).

Ovi podaci govore nam da su ispitanici jasno prepoznali uobičajene prednosti električnih automobila. Stoga, čini se, uzrok drastično manje rasprostranjenosti električnih automobila u odnosu na konvencionalne nije u nedostatku svijesti ispitanika o prednostima istih.

Grafički prikaz percepcije ispitanika o prednostima električnih automobila vidljiv je na slici 3.4.2.



Slika 3.4.2: Percepcija ispitanika o prednostima elek. automobila [Izvor: autor]

Konačno, u posljednjem dijelu ankete ispitanici su na skali od 1 do 5 ocjenjivali slaganje s nekim iznesenim tvrdnjama o električnim automobilima i vlastitim stajalištima.

Na tvrdnju „Smatram da kupnju električnih automobila treba financijski poticati“, velika većina ispitanika odgovorila je potvrdno, od čega čak 57% izrazito potvrdno, a samo 6,1% izrazio je neslaganje ili izrazito neslaganje. S druge strane, s tvrdnjom „Električni automobili su mi cjenovno prihvatljivi“ složio se samo mali dio ispitanika (11,4%), a većina (61,4%) je izrazila

neslaganje ili izrazito neslaganje. Ovi rezultati podudaraju se s ranije prikazanom percepcijom većine ispitanika o cijeni kao značajnom problemu kod električnih automobila.

Kod tvrdnje „Električni automobili su dugoročno ekološki održivi“ ispitanici su bili podjeljeniji, pa je tako zamjetan dio (21,9%) izrazio neslaganje ili izrazito neslaganje, a malo više od polovice (51,8%) izrazilo je slaganje ili izrazito slaganje. Ovaj rezultat možemo protumačiti kao porast svijesti ispitanika o ekološkom problemu električnih automobila, a o kojem se malo govori. Taj problem, koji električne automobile čini posrednikom između industrije fosilnih goriva i okoliša, spomenut je u drugom poglavlju ovog rada.

Što se tiče traženih karakteristika kod električnih automobila, ispitanici su bili najsložniji po pitanju performansi, gdje je na tvrdnju: „Kod električnog automobila važne su mi performanse“, njih čak 71,1% izrazilo slaganje ili izrazito slaganje, a samo 7,1% izrazilo ih je neki oblik neslaganja. Ovaj rezultat je, također, bio očekivan, budući da su performanse jedna od glavnih prednosti električnih automobila u odnosu na konvencionalne.

Po pitanju vizije budućnosti električnih automobila, ispitanici su bili većinom pozitivnog mišljenja, pa je tako na tvrdnju: „Smatram da je elektrifikacija automobila dobrodošla promjena u evoluciji motoriziranog prometovanja“, njih više od polovice (52,6%) izrazilo slaganje ili izrazito slaganje, a manji dio (17,6%) ostao je skeptičan i izrazio je neslaganje ili izrazito neslaganje. Ovakav rezultat možemo protumačiti kao uglavnom optimistično razmišljanje o budućnosti električnih automobila među ispitanicima.

Po pitanju praktičnosti i jednostavnosti korištenja električnih automobila ispitanici su bili većinom suglasni, te je tako na tvrdnju: „Korištenje elektropunionice te plaćanje usluge punjenja trebalo bi biti jednostavno kao i nadolijevanje goriva kod klasičnih automobila“, velika većina ispitanika (79%) izrazila neki oblik slaganja.

4. METODE STATISTIČKE OBRADE PODATAKA

U ovom radu korišteno je više metoda statističke obrade podataka, primarne od kojih su bile korelacijska i regresijska analiza, a program preko kojeg je analiza izvršena je Microsoft Office Excel.

Što se tiče korelacija, u ovom radu korišten je Pearsonov koeficijent korelacije koji mjeri jakost i smjer linearne korelacije, čiji je raspon od -1 do 1, gdje koeficijent -1 predstavlja savršenu negativnu korelaciju, a koeficijent 1 savršenu pozitivnu korelaciju. Sve korelacije s koeficijentom većim od 0,2 uzete su u obzir kao statistički relevantne te je nad njima dalje provedena regresijska analiza kako bi se dodatno istražila pronađena povezanost.

Nadalje, regresijska analiza, također provedena u programu Microsoft Office Excel, daje nam nekoliko važnih podataka.

Prvo, podatak *Significance F*, odnosno statistička značajnost, govori nam koliko su dobiveni podaci iskoristivi i primjenjivi. Ako je vrijednost *Significance F* veća od 0.05, regresijska analiza za dani skup varijabli nije pouzdana, a podaci nisu iskoristivi.

Drugo i treće, *Multiple R* i *R Square*, koji predstavljaju Pearsonov koeficijent odnosno koeficijent korelacije te kvadrat istog. *Multiple R*, odnosno koeficijent korelacije, govori nam koliko je jaka linearna veza između razmatrane nezavisne i zavisne varijable. Primjerice, vrijednost $r = 1$ bila bi savršena pozitivna korelacija dok bi $r = 0$ bio potpuni nedostatak korelacije.

Kvadrat ove vrijednosti, *R Square* ili r^2 , naziva se još i koeficijent determinacije i govori nam koliko je varijance nezavisne varijable X objašnjeno zavisnom varijablom Y.

Četvrto, *Adjusted R Square* ili prilagođeni r^2 služi za prilagodbu analize broju nezavisnih varijabli. Naime, treba se koristiti umjesto vrijednosti r^2 ako se radi multivarijatna regresijska analiza gdje je broj nezavisnih varijabli X veći od 1.

Standard Error predstavlja standardnu grešku regresije s i mjeri prosječnu vrijednost za koju dobiveni podaci odstupaju od regresijske linije, a podatak *Observations* predstavlja broj uzoraka u regresijskoj analizi.

Podaci u drugom i trećem odjeljku, označeni s *ANOVA*, detaljniji su i mnogo se rjeđe koriste u odnosu na podatke iz prvog odjeljka, pa se u ovom radu, izuzev *Significance F* te koeficijenata uz varijablu i standardne pogreške, neće dublje analizirati.

Koeficijenti (u trećem odjeljku) predstavljaju sumu najmanjih kvadrata, a u suštini se mogu opisati kao promjena varijable Y ako se varijabla X promjeni za 1, odnosno na neki način predstavljaju kvantifikaciju podataka dobivenih regresijskom analizom.

Grafički prikaz regresijske analize vidljiv je na slici 4.1.

SUMMARY OUTPUT					
<i>Regression Statistics</i>					
Multiple R	0,38285				
R Square	0,14657				
Adjusted R Square	0,13895				
Standard Error	1,35639				
Observations	114				
<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	35,38953	35,38953	19,23551	2,62E-05
Residual	112	206,05784	1,8398		
Total	113	241,44737			
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	
Intercept	1,53278	0,29707	5,1597	1,08E-06	
Osobni mjesečni prihod	0,43451	0,09907	4,38583	2,62E-05	

Slika 4.1: Grafički prikaz međuovisnosti osobnog mjesečnog prihoda ispitanika i godišnjeg prosjeka prijeđenih kilometara automobilom [Izvor: autor]

5. KORELACIJSKA I REGRESIJSKA ANALIZA

Prvi korak u procesu analize bio je pronalaženje značajnijih korelacija između skupina podataka, za što je bilo nužno sve podatke prikazati numeričkim putem. Tako su na primjer, dobne skupine prikazane brojevima od 1 do 5, gdje je brojkom 1 označena najmlađa skupina ispitanika (18-24 godine), a brojem 5 najstarija (55-64 godine). Istim principom numerirani su i ostali podaci poput osobnog prihoda, stručne spreme, prosječne kilometraže koju ispitanici naprave u godini dana i slično.

Na temelju podataka dobivenih anketom, dalje je provedena analiza pomoću programskog paketa Microsoft office, koji u sebi sadrži alate za sve osnovne metode statističke analize. Podaci su grupirani tako da se određene demografske i socio-ekonomske karakteristike (poput dobi, obrazovanja ili osobnog prihoda) usporede s mišljenjima o problematici i prednostima električnih automobila, te s vlastitim planovima po pitanju mogućeg prelaska na električni automobil.

5.1. Međuovisnost prihoda ispitanika i godišnjeg prosjeka prijeđenih kilometara

Prva obrađena korelacija bila je ona između osobnog mjesečnog prihoda i godišnjeg prosjeka prijeđenih kilometara automobilom. Ta korelacija imala je koeficijent 0.383, što je u usporedbi s drugim korelacijama između prve i ostalih skupina podataka poprilično značajno, iako bi je u širem smislu okarakterizirali kao slabu do umjerenu.

Ova korelacija, kao i one poslije nje, u nastavku je obrađena metodom regresijske analize kako bi se ispitala pronađena povezanost.

Regresijskom analizom osobnog mjesečnog prihoda ispitanika te njihovog godišnjeg prosjeka prijeđenih kilometara automobilom, vidljivoj na slici 4.1, došli smo do nekoliko relevantnih podataka.

SUMMARY OUTPUT					
<i>Regression Statistics</i>					
Multiple R	0,38285				
R Square	0,14657				
Adjusted R Square	0,13895				
Standard Error	1,35639				
Observations	114				
<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	35,38953	35,38953	19,23551	2,62E-05
Residual	112	206,05784	1,8398		
Total	113	241,44737			
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	
Intercept	1,53278	0,29707	5,1597	1,08E-06	
Osobni mjesečni prihod	0,43451	0,09907	4,38583	2,62E-05	

Slika 4.1: Grafički prikaz međuovisnosti osobnog mjesečnog prihoda ispitanika i godišnjeg prosjeka prijeđenih kilometara automobilom [Izvor:autor]

Prvo, podatak *Significance F*, u ovom slučaju drastično manji od 0.05, pokazuje da je korelacija između ta dva podatka statistički relevantna, što možemo protumačiti tako da će ljudi s većim osobnim prihodima godišnje imati veći prosjek prijeđenih kilometara automobilom. Zatim, podaci *Multiple R* i *R Square* daju jasnu kvantifikaciju te međuovisnosti: osobni mjesečni prihodi objašnjavaju 14.66% godišnjeg prosjeka prijeđenih kilometara.

Isto tako, iz regresijskog koeficijenta možemo zaključiti da će se povećavanjem mjesečnih prihoda za oko 300 EUR povećati i godišnji prosjek prijeđenih kilometara automobilom za oko 1,000 kilometara.

5.2. Međuovisnost dobi i prioriteta kod električnog automobila

Iduća ispitana grupa međuovisnosti bila je ona između dobi ispitanika i njihovih prioriteta pri izboru električnog automobila.

Prva od njih, ujedno i ona koja razbija ustaljeni kalup da su stariji ljudi u pravilu manje zabrinuti za okoliš od mlađih, bila je međuovisnost dobi ispitanika i percepcije važnosti emisija ispušnih plinova prilikom izbora automobila.

Iako je ne možemo klasificirati kao jaku, čak niti kao umjerenu, ova korelacija koeficijenta 0.221 dovoljno je značajna da bi se primijetila pa je na istoj u nastavku provedena i regresijska analiza kako bi se utvrdila njena valjanost.

SUMMARY OUTPUT					
<i>Regression Statistics</i>					
Multiple R	0,221353513				
R Square	0,048997378				
Adjusted R Square	0,040506283				
Standard Error	1,216147463				
Observations	114				
<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	8,534569542	8,534569542	5,770442864	0,01794255
Residual	112	165,649641	1,479014652		
Total	113	174,1842105			
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	
Intercept	2,933849366	0,242224126	12,11212697	4,32463E-22	
Dob:	0,222590009	0,092661877	2,402174611	0,01794255	

Slika 5.1.1: Grafički prikaz međuovisnosti dobi i važnosti emisija ispušnih plinova pri izboru el. automobila [Izvor:autor]

Kao i u prošlom primjeru, vrijednost faktora *Significance F* dovoljno je malena da bi se korelacija smatrala valjanom. Isto tako, vrijednost faktora *Multiple R* i *R Square*, iako poprilično daleko od visokih, dovoljno su prisutni da ne budu zanemarivi. Drugim riječima, dob ispitanika objašnjava 4,8% njihove percepcije važnosti emisija ispušnih plinova pri izboru automobila.

Ovaj podatak može označavati početak promjene trenda između ljudi starijih dobnih skupina i brige za okoliš/otvorenosti za alternativne izvore energije i načine prijevoza, što samo po sebi može predstavljati hipotezu vrijednu analize u nekom trenutku u budućnosti.

Iduća korelacija, ovoga puta negativna, bila je ona između dobi ispitanika i važnosti koju isti stavljaju na performanse električnih automobila. S koeficijentom -0.284, predstavlja značajnu vezu između ova dva podatka, iz čega možemo zaključiti da su ljudima starijih dobnih skupina performanse električnih automobila manje bitne od njihovih ostalih karakteristika, poput potrošnje goriva ili emisija ispušnih plinova. Regresijska analiza danih podataka, prikazana na slici 5.2.2, potvrđuje i kvantificira njihovu međuovisnost.

SUMMARY OUTPUT					
<i>Regression Statistics</i>					
Multiple R	0,284276277				
R Square	0,080813002				
Adjusted R Square	0,072605975				
Standard Error	0,954414994				
Observations	114				
<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	8,969534329	8,969534329	9,846806184	0,002174575
Residual	112	102,0216937	0,91090798		
Total	113	110,9912281			
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	
Intercept	4,535214137	0,190094001	23,85774463	1,01797E-45	
Dob:	-0,228191679	0,072719705	-3,137962107	0,002174575	

Slika 5.2.2: Grafički prikaz međuovisnosti dobi i važnosti performansi kod el. automobila [Izvor:autor]

5.3. Međuovisnosti vezane uz percepciju problematike dosega

Posljednja grupa međuovisnosti obrađenih u ovom radu vezane su uz problematiku dosega električnih automobila.

Prva od tih međuovisnosti je ona između stupnja stručne spreme i percepcije dosega kao problema kod električnih automobila, gdje uslijed pozitivnog koeficijenta korelacije od 0.225 možemo reći da obrazovaniji ljudi smatraju manji doseg električnih automobila u usporedbi s konvencionalnim kao značajan problem.

Ova korelacija potvrđena je regresijskom analizom (slika 5.3.1), na kojoj vidimo da stručna sprema objašnjava 5% percepcije manjeg doseg električnih automobila u odnosu na konvencionalne kao problema. Iako ju ne možemo klasificirati kao jaku niti umjerenu, uloga obrazovanja u percepciji doseg električnih automobila kao problema ne može se zanemariti.

SUMMARY OUTPUT					
<i>Regression Statistics</i>					
Multiple R	0,224590894				
R Square	0,050441069				
Adjusted R Square	0,041962865				
Standard Error	2,092319962				
Observations	114				
<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	26,04573293	26,04573293	5,949498866	0,016291355
Residual	112	490,3139162	4,377802823		
Total	113	516,3596491			
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	
Intercept	5,456906363	0,846239132	6,448421204	2,96131E-09	
Stručna sprema:	0,554267977	0,227237287	2,439159459	0,016291355	

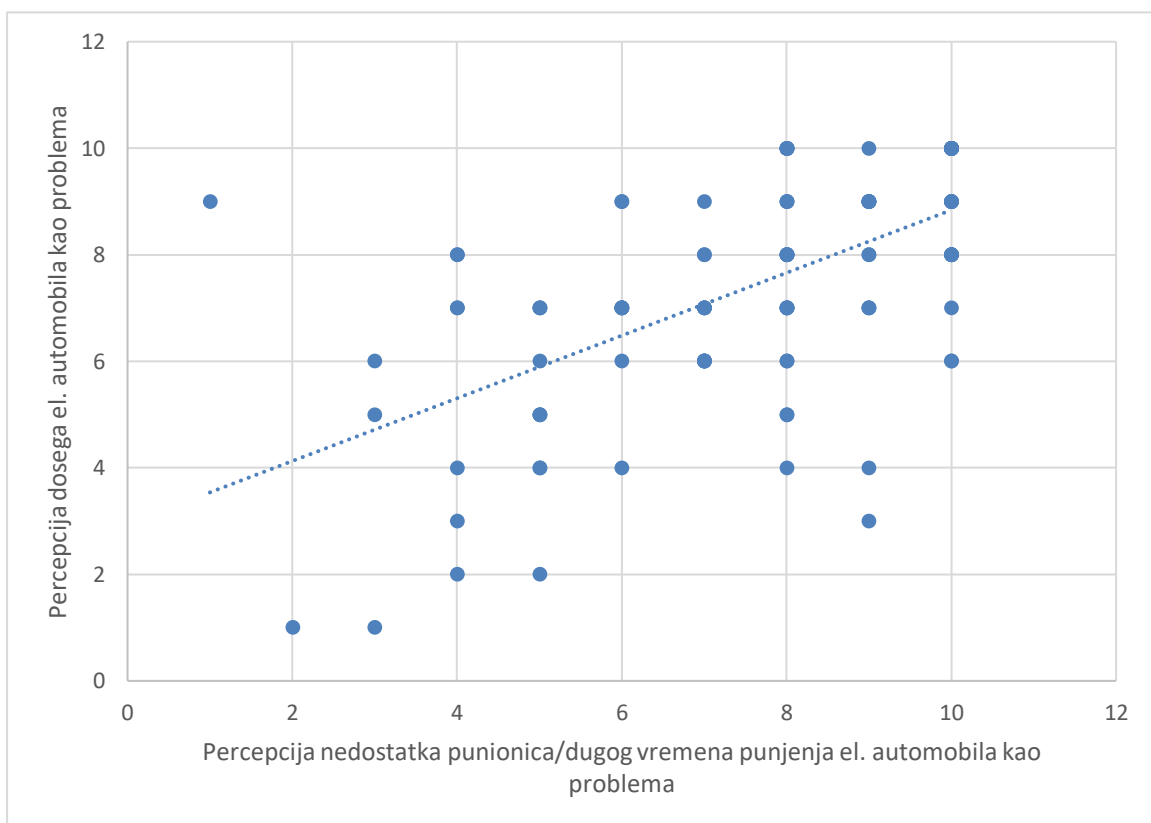
Slika 5.3.1: Grafički prikaz međuovisnosti stručne spreme i percepcije doseg kao problema kod el. Automobila [Izvor:autor]

Nadalje, uvelike jača korelacija bila je ona između percepcije problematike doseg električnih automobila i nedostatka punionica/dugog vremena punjenja, prva obrađena u ovom radu koju možemo klasificirati kao umjerenu korelaciju (koeficijent 0.602).

Ovaj podatak možemo protumačiti tako da ispitanici koji smatraju doseg električnih automobila velikim problemom, također smatraju i nedostatak punionica i/ili dugo vrijeme punjenja gotovo jednako velikim problemom. Na temelju regresijske analize, prikazane na slici 5.3.2, možemo zaključiti da je percepcija doseg električnih automobila kao problema objašnjava 36.23% percepcije nedostatka punionica/dugog vremena punjenja kao problema.

SUMMARY OUTPUT					
<i>Regression Statistics</i>					
Multiple R	0,601958936				
R Square	0,362354561				
Adjusted R Square	0,356661298				
Standard Error	1,752303178				
Observations	114				
<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	195,4298933	195,4298933	63,64620267	1,40206E-12
Residual	112	343,9034401	3,070566429		
Total	113	539,3333333			
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	
Intercept	3,074220674	0,59858721	5,135794125	1,19705E-06	
Doseg:	0,615204281	0,077113977	7,977857022	1,40206E-12	

Slika 5.3.2: Grafički prikaz međuovisnosti percepcije problematike dosega el. automobila i nedostatka punionica/dugog vremena punjenja [Izvor:autor]



Slika 5.3.3: Dijagram raspršenja s regresijskom linijom prethodno spomenute međuovisnosti [Izvor:autor]

Konačno, bitna negativna korelacija vezana uz problematiku doseg električnih automobila je ona između percepcije navedene problematike i mišljenja da će električni automobili u skoroj budućnosti (kroz 20 godina) u potpunosti zamijeniti klasične. Grafički prikaz regresijske analize povezanosti spomenutih podataka vidljiva je na slici 5.3.4.

Sa značajnim negativnim koeficijentom od -0.301, ova regresija pokazuje nam da ispitanici koji kraći doseg električnih automobila vide kao problem smatraju da isti neće u dogledno vrijeme zamijeniti konvencionalne automobile, u mjeri koju možemo okarakterizirati kao slabu do umjerenu.

SUMMARY OUTPUT					
<i>Regression Statistics</i>					
Multiple R	0,301472399				
R Square	0,090885608				
Adjusted R Square	0,082768515				
Standard Error	1,204057928				
Observations	114				
<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	16,23264785	16,23264785	11,19681762	0,001115877
Residual	112	162,3726153	1,449755494		
Total	113	178,6052632			
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	
Intercept	4,560400917	0,411306493	11,08759768	9,9254E-20	
Doseg:	-0,177304001	0,052987232	-3,346164613	0,001115877	

Slika 5.3.4: Grafički prikaz povezanosti percepcije problematike doseg električnih automobila i predviđanja budućnosti istih [Izvor:autor]

Ovaj rezultat može značiti da je kraći doseg električnih automobila u odnosu na konvencionalne jedan od, ako ne i glavni razlog zbog kojeg se električni automobili još uvijek nisu u potpunosti probili u „mainstream“.

6. ZAKLJUČAK

Analiza podataka dobivenih opsežnom anketom polučila je nekoliko zanimljivih korelacija naknadno obrađenih regresijskom analizom.

Za početak, dob ispitanika primjetno je korelirala samo s nekoliko podataka, neki od kojih su bili pomalo iznenađujući i kontraintuitivni. Na primjer, analizom je utvrđeno da, u ovoj ispitnoj skupini, ispitanici koji pripadaju starijim dobnim grupama u načelu više brinu za emisije ispušnih plinova kod automobila, što je oprečno nekoj uvriježenoj logici da starije ljude u pravilu ne brine utjecaj na okoliš. Utvrđeno je da ispitanicima starijih dobnih skupina kod električnih automobila u zamjetnoj mjeri nisu bitni dizajn ni performanse, što može pomoći pri usmjeravanju marketinga na način koji prikazuje električne automobile kao ekonomične i ekološki održive prema tim dobnim skupinama.

Što se tiče osobnog mjesečnog prihoda, on je zamjetno korelirao samo s godišnjim prosjekom prijeđenih kilometara u automobilu, podatak koji sam po sebi ne predstavlja mnogo. S druge strane, možda upravo nedostatak zamjetnih korelacija s drugim faktorima poput percepcija prednosti i nedostataka električnih automobila ovdje može biti od koristi, u smislu da ljudi većeg osobnog prihoda ne traže revolucionaran dizajn niti nevjerojatne performanse, već samo automobil koji će ih pouzdano i uz što manji trošak dovesti od točke A do točke B.

Konačno, stručna sprema ispitanika znatno je korelirala s percepcijom manjeg dosega električnih automobila kao problema, što se, kao i u ranijem primjeru dobnih skupina, može iskoristiti za usmjeravanje marketinga i educiranje obrazovanijeg dijela stanovništva. S druge strane, stručna sprema ispitanika negativno je korelirala sa željom da osobni automobil odražava socijalni status vlasnika, što se može protumačiti da obrazovaniji ljudi u načelu ne vide automobile kao luksuz, već kao sredstvo prijevoza kod kojeg su najbitniji komfor i ekonomičnost.

Provedena anketa te analiza rezultata iste, u kombinaciji s kratkim pregledom povijesti i funkcionalnosti električnih automobila, daje nam sliku njihove trenutne uloge u modernom društvu. Isto tako nam predočuje odnose i mišljenja ljudi raznih socio-ekonomskih i demografskih ešalona prema električnim automobilima te nam, u jednoj manjoj mjeri, omogućava predviđanje njihove budućnosti.

7. LITERATURA

- [1] Diaz, C., „*1 in 7 cars sold globally now is electric*“, s Interneta, <https://www.weforum.org/agenda/2023/03/ev-car-sales-energy-environment-gas/>, 10.3. 2023.
- [2] Department of Energy, „*The History of the Electric Car*“, s Interneta, <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>, 15. 9. 2014.
- [3] Britannica, „*Alternative-fuel vehicles*“, s Interneta, <https://www.britannica.com/technology/automobile/Alternative-fuel-vehicles>, datum posjećivanje stranice: 28. 8. 2023.
- [4] Shahan, Z., „*Electric Car Evolution*“, s Interneta, <https://cleantechnica.com/2015/04/26/electric-car-history/>, 26. 4. 2015.
- [5] Bloomberg, „*World's electric vehicle fleet set to cross 20 million as adoption increases globally*“, s Interneta, <https://www.thenationalnews.com/business/road-to-net-zero/2022/04/09/worlds-electric-vehicle-fleet-set-to-cross-20-million-as-adoption-increases-globally/>, 9. 4. 2022.
- [6] Nissan službena stranica, „*How Do Electric Cars Work?*“, s Interneta, <https://www.nissanusa.com/experience-nissan/news-and-events/how-do-electric-cars-work.html>, datum posjećivanja stranice: 25. 8. 2023.
- [7] Bloomberg, „*Batteries For Electric Cars Speed Toward a Tipping Point*“, s Interneta, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-12-16/electric-cars-are-about-to-be-as-cheap-as-gas-powered-models>, 16. 12. 2020.
- [8] Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti, „*Sufinanciranje nabave energetske učinkovitijih vozila*“, s Interneta, <https://www.fzoeu.hr/hr/sufinanciranje-nabave-energetski-ucinkovitijih-vozila/7713>, datum posjećivanja stranice: 20. 8. 2023.
- [9] CAS Science Team, „*Lithium Ion Battery Recycling*“, s Interneta, <https://www.cas.org/resources/cas-insights/sustainability/lithium-ion-battery-recycling>, 22. 9. 2022.

[10] National Geographic Society, „*Nonrenewable Resources*“, s Interneta, <https://education.nationalgeographic.org/resource/nonrenewable-resources/>, datum posjećivanja stranice: 22. 8. 2023.

Sažetak i ključne riječi

U ovom radu opisan je princip rada i povijesni razvoj električnih automobila, kao i različite vrste istih. Formiran je anketni upitnik koji ispituje razmišljanja, percepcije, demografske i socio-ekonomske karakteristike ispitanika, te je navedeni upitnik proveden i ispunjen 114 puta. Na rezultatima upitnika izvršena je statistička analiza korištenjem više metoda koje su također ukratko opisane. Na kraju su obrađene međuovisnosti odabranih statistički relevantnih parova pitanja te su iz istih izvučeni zaključci.

Ključne riječi: Električni automobil, anketni upitnik, statistička analiza, korelacija, regresija

Summary and key words

This paper briefly describes the development history and operational principles of electric automobiles, as well as their different types. A poll, which tested the opinions, demographic characteristics and socio-economic backgrounds of subjects, was formed and filled out by 114 different people. A statistical analysis, consisting of several different methods, also briefly described, was performed on the poll results. Finally, correlations between several statistically relevant pairs of poll questions were analysed and several conclusions were formed.

Keywords: Electric automobile, poll, statistical analysis, correlation, regression

