

Dekarbonizacija voznog parka

Klarić, Lovro

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:190:244539>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-06**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Završni rad

DEKARBONIZACIJA VOZNOG PARKA

Rijeka, srpanj 2022.

Lovro Klarić

0069084476

SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Završni rad

DEKARBONIZACIJA VOZNOG PARKA

Mentor: dr. sc. Vedran Kirinčić

Rijeka, srpanj 2022.

Lovro Klarić

0069084476

SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET
POVJERENSTVO ZA ZAVRŠNE ISPITE

Rijeka, 18. ožujka 2022.

Zavod: **Zavod za elektroenergetiku**
Predmet: **Osnove elektrotehnike II**
Grana: **2.03.01 elektroenergetika**

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

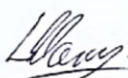
Pristupnik: **Lovro Klarić (0069084476)**
Studij: **Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike**

Zadatak: **Dekarbonizacija voznog parka / Decarbonization of the vehicle fleet**


Opis zadatka:

U radu je potrebno provesti analizu flote vozila i dati prijedlog plana dekarbonizacije. Analizirati ključne pokazatelje performansi i dati prijedlog upravljanja voznim parkom, kao i plan dekarbonizacije.


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


Zadatak uručen pristupniku: 18. ožujka 2022.

Mentor:


Izv. prof. dr. sc. Vedran Kirinčić

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:


Prof. dr. sc. Viktor Sučić

SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike

IZJAVA

U skladu s člankom 10. Pravilnika o završnom radu i završnom ispitu na preddiplomskim sveučilišnim studijima Tehničkog fakulteta u Rijeci, izjavljujem da sam samostalno izradio završni rad za mjesec srpanj 2022. godine.

Rijeka, srpanj 2022.



Lovro Klarić

0069084476

ZAHVALA

Zahvaljujem svojemu mentoru dr. sc. Vedranu Kirinčiću na podršci, pomoći pri pronalaženju teme završnoga rada te korisnim savjetima i sugestijama tijekom njegova nastajanja i pisanja.

Posebno zahvaljujem svojoj obitelji koja me podupirala sve godine preddiplomskoga studija te svojoj djevojci, prijateljima i zajednici mojih dragih salezijanaca u Rijeci.

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1 Dekarbonizacija	2
2. ELEKTRIFIKACIJA	4
2.1. Proces elektrifikacije voznoga parka	5
2.2. Elektrifikacija voznih parkova u Hrvatskoj	8
3. STRATEGIJA DEKARBONIZACIJE VOZNOGA PARKA	11
3.1. Usporedba električnog i konvencijalnog automobila	11
3.1.1 Specifikacije modela automobila za usporedbu	12
3.2. Usporedba troškova	22
4. UTJECAJ AUTOMOBILA NA OKOLIŠ	29
4.1. Računanje i usporedba zelenoga otiska u voznome parku	30
5. ZAKLJUČAK	32
6. LITERATURA	33
7. DODACI	35
8. SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI	36
9. SUMMARY AND KEY WORDS	36

1. UVOD

U ovome završnom radu razmatrat će se dekarbonizacija kojom bi došlo do znatnog smanjenja potrošnje goriva, onečišćenja zraka te bi se utjecalo na klimatske promjene (smanjenjem emisije CO₂). Također, analizirat će se određena flota vozila te će se uočiti ključni pokazatelji performansi. S tim podacima lakše se izrađuje strategija za sve poduzetnike (bilo to manjih ili većih tvrtki) koje je potrebno usmjeriti k očuvanju prirode te im ukazati na sve prednosti električnih vozila nad vozilima na unutarnje izgaranje.

Isto tako, bitno je odmah na samome početku pripomenuti da cijene energenata u ovome trenutku rastu iz dana u dan, bilo to zbog političkih ili ekonomskih razloga, ali evidentno je da gorivo postaje sve „nedostižnije“. Naravno, to ne znači da će ljudi prestati kupovati gorivo, nego financijska situacija u Hrvatskoj, ali i u drugim zemljama, nije najbolja. Stoga si ljudi pokušavaju na bilo koji način olakšati vlastitu financijsku/ekonomsku situaciju te traže najbolje načine uštede.

Tako država nudi poticaje za kupnju hibridnih i električnih vozila s kojima bi ljudi, odnosno manje tvrtke profitirale u pogledu troškova o kojima će se više govoriti na sljedećim stranicama. Država nudi i potiče zeleniji okoliš te pokušava osvijestiti građanima potrebu za smanjivanjem razine CO₂ u atmosferi kupnjom vozila s nultom stopom CO₂.

1.1 Dekarbonizacija

Danas u svijetu velik izazov predstavljaju klimatske promjene i ljudi imaju sve izraženiju potrebu reagirati na zbivanja vezana uz te promjene. Dekarbonizacija predstavlja proces smanjivanja emisija ugljika u atmosferu, a naročito CO₂. Cilj dekarbonizacije je ostvariti globalno gospodarstvo sa što nižom emisijom i klimatskom neutralnošću ostvariti energetske tranziciju.

Radi razvoja gospodarstva čovječanstvo je počelo spaljivati fosilna goriva što, naravno, dovodi do povećanja emisije ugljikova dioksida. Čak se oko 2,14 milijardi tona ugljikova dioksida godišnje proizvodi izgaranjem fosilnih goriva, a po nekoj procjeni može se vidjeti da samo polovicu toga iznosa mogu apsorbirati prirodni procesi. Tako se dobiva podatak da godišnje neto povećanje atmosferskog ugljičnog dioksida iznosi oko 10,6 milijardi tona. Ugljikov dioksid jedan je od stakleničkih plinova koji doprinosi globalnom zatopljenju i sve jačem zračenju te tako dolazi do rasta prosječne površinske temperature Zemlje. To na kraju rezultirata izrazito nepovoljnim učincima.

Kao što je već spomenuto, fosilna goriva imaju velik značaj jer mogu bit spaljena (što znači da su oksidirana u vodu i ugljikov dioksid) i tako se dobiva poprilična količina energije.

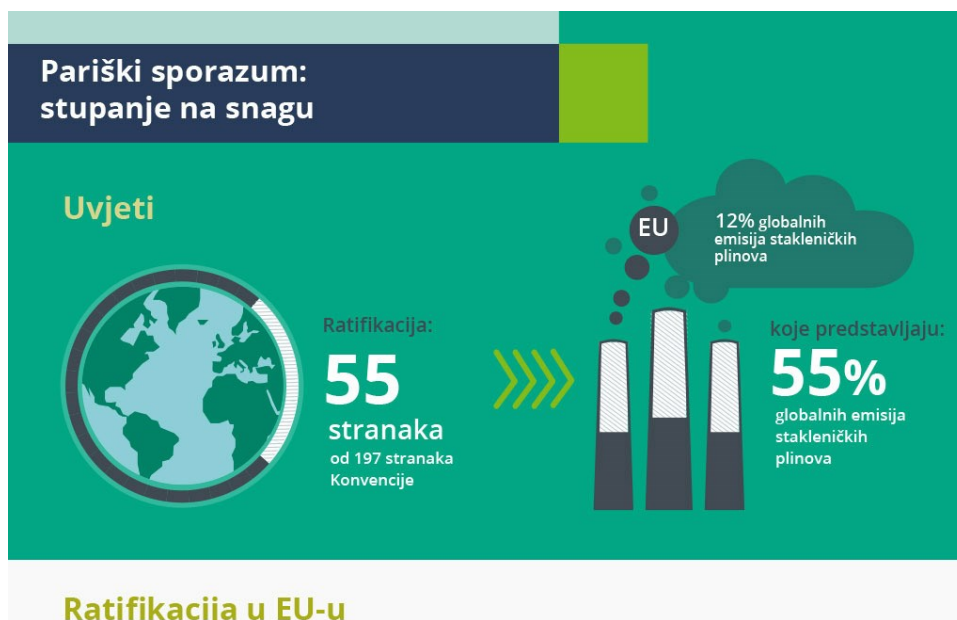
Potreba za benzinom i dizelom sve je više rasla pronalaskom motora s unutarnjim izgaranjem i njegovim primjenama u automobilima i kamionima, a oba, i benzin i dizel, nastaju od fosilnih goriva. Drugi oblici prijevoza, kao što su avioni i željeznice, također trebaju fosilna goriva. Ostale bitne (glavne) upotrebe fosilnih goriva su i u proizvodnji struje te u petrokemijskim industrijama.

Govoreći o sveopćoj dekarbonizaciji, ona zahtijeva energetske prijelaz. Tim se prijelazom uklanja ugljik iz proizvodnje energije. Tako se dolazi do pojma ekonomske elektrifikacije koja se zasniva na čistim alternativnim energijama emitirajući samo onu energiju koju je Zemlja u mogućnosti apsorbirati.



Slika 1.1. Prikaz onečišćenja zraka [14]

Bitno je pripomenuti i Pariški sporazum u kojem su države članice EU potpisale i ratificirale sporazum kojim su se obvezale da će do 2050. godine EU postati prvo klimatski neutralno gospodarstvo i društvo. Sam je prelazak na ugljično neutralno gospodarstvo moguć i taj prijelaz ima smisla za ekonomiju.



Slika 1.2. Slika prikazuje uvjete Pariškoga sporazuma [15]

Dekarbonizacija gospodarstva dobra je prilika za bogaćenje, za poboljšanje kvalitete zraka i otvaranje novih radnih mjesta. Za razvoj efikasnijih nosača energije i krajnju upotrebu, uz moguću najmanju cijenu, emisiju bez emisije te za promicanje učinkovite dekarbonizacije vrlo je bitno, ako ne i ključno, regulatorno okruženje.

2. ELEKTRIFIKACIJA

Pregledavajući različite članke i statistiku može se uočiti sve značajnija prodaja električnih automobila, za već skoro od oko 58 %. Svim automobilskim tvrtkama u planovima je te u središtu pozornosti elektrifikacija, tj. tranzicija kojom će automobili s unutarnjim izgaranjem (benzinci i dizelaši) otići u prošlost kako bi na scenu stupili električni automobili.

Već se i danas po gradovima sve više mogu zamijetiti automobili na električni pogon, no ne samo automobili, već i bicikli te romobili.

Naravno, i dalje će automobilske kuće i tvrtke više zarađivati prodajom benzinaca i dizelaša, no već sada treba planirati i osigurati što bolje temelje kako bi one za pet ili deset godina bile konkurentne na svim tržištima na kojima će dominirati električna vozila.



Slika 2.1. Punjenje automobila (benzinca) [16] Slika 2.2. Punjenje automobila (električnog) [17]

Prema podacima koje je dalo Europsko udruženje proizvođača automobila, u trećem tromjesečju 2021. god. u EU skoro je svaki peti prodani automobili imao električni motor. Tako je u razdoblju od srpnja do rujna 2021. godine udio vozila na električni pogon i *plug-in* hibrida bio nešto manje od 19 %.

Sve veći rast prodaje vozila na električni pogon uzrokovao je da prodaja dizelaša i benzinaca lagano opada. Već u 2021. broj prodanih dizelaša u odnosu na 2020. godinu pada za skoro pa više od 50 %. Bitno je napomenuti da tržištem i dalje dominiraju benzinci, no njihov je udio nešto smanjen.

Za očekivati je da će se trendovi poput povećanja prodaje električnih automobila, a i općenito električnih vozila, te velik pad prodaje komercijalnih vozila nastaviti i dalje, sve dok jednom EU nekim zakonom ne zabrani prodaju dizelaša i benzinaca. Nagađa se da bi to bilo 2035. godine.

2.1. Proces elektrifikacije voznoga parka

Ako bi se krenulo s elektrifikacijom voznoga parka, nudi se mogućnost pomaka za logistička poduzeća jer kako godine idu, na taj bi se način troškovi održavanja mogli osjetno smanjiti. Budući da se tehnologija sve više razvija, tako bi se i cijena baterija smanjivala, a time i cijena samoga automobila. Neka definicija voznoga parka jest da se on utvrđuje kao skup svih transportnih sredstava prijevozničke organizacije (pod time se misli na automobile, autobuse, teretna cestovna motorna vozila, prikolice, tegljače i poluprikolice).

Procjenjujući potencijalni utjecaj el. vozila na potrošnju el. energije i globalnu mrežu, nailazi se na temeljne probleme, a to su identifikacija glavnih tehničkih karakteristika za dostupne el. vozne parkove te procjena utjecaja na tržište i razvoj el. vozila u nadolazećem razdoblju. Formirati vozni park moguće je i prema organizacijskim i teritorijalnim potrebama. Za djelatnost javnoga prijevoza te osobnog prijevoza može se formirati i organizacija voznoga parka.



Slika 2.2.1. Prikaz različitih marki automobila [18]

Oblikovati vozni park prema teritorijalnim potrebama podrazumijeva sve navedene oblike organizacije voznoga parka, s time da se moraju podmiriti transportne potrebe određenog teritorija.

Kao neka tehničko-eksploatacijska karakteristika podrazumijeva se dimenzija vozila, dinamička svojstva vozila, korisna nosivost vozila, razmak osovina, masa praznog vozila, ekonomičnost, zapremnina teretnog prostora i sl. Najčešće vozni park pripada heterogenoj strukturi, što znači da je sačinjen od vozila raznih tipova i marki, pod tim se podrazumijeva da imaju različitu tehničko-eksploatacijsku karakteristiku.

Bitno je spomenuti i neke prednosti te nedostatke električnih vozila. Što se tiče samih prednosti, može se ustvrditi da je uticaj na okoliš zasigurno povoljan. Naime, tijekom vožnje ne ispuštaju se štetne čestice plinova i emisije CO₂. Valja spomenuti i poticaje koji pomažu smanjiti troškove održavanja, što veže sufinanciranje od strane Vlade za kupnju el. vozila u vrijednosti do nekih 70 000 kuna, te besplatnu energiju, jer je električna energija na nekim punionicama u Republici Hrvatskoj trenutno besplatna. No sve je više punionica na kojim se naplaćuje kWh zbog sve veće potražnje za električnim vozilima. Tihi rad također je jedna od pogodnosti električnog vozila. Operativni su troškovi kod el. vozila manji jer, kako je poznato, cijene goriva ovih dana u trendu su povećanja i time su el. vozila jeftinija, za upotrebu, od dizelaša. Osim toga, i dosta su lakša prilikom kočenja i zahtijevaju manje dijelova (pokretnih), što reducira troškove održavanja. Također, prednosti su im i pogodnost kod samog punjenja te performansi prilikom vožnje. Prijenos brzine obavlja se brže i jednostavnije jer imaju trenutni moment.



Slika 2.2.2. Prikaz dostavnog električnog vozila na punionici [19]

U nedostatke se ubraja vrijeme punjenja koje može biti do 40 minuta za nekih 80 % ukupnoga kapaciteta. Osim toga, kod punjenja valja tražiti punionice, što i nije tako jednostavno kao pronaći najbližu benzinsku postaju. I domet se ubraja pod nedostatak jer dostavna vozila pogonjena na električnu energiju neće još neko vrijeme dostići domet vozila na unutarnje izgaranje sa samo jednim stajanjem za punjenje vozila.

Tu je, svakako, i gubitak učinkovitosti baterije jer, kao što je poznato, baterije s vremenom počnu gubiti kapacitet te zadržavaju sve manje energije. Proble postoji i kod mase i nosivosti, masa baterije porasla je s 3,52 na 4,26 tone.

Što se tiče upravljanja voznim parkom, ono podrazumijeva dio informacijskog sistema za podršku donošenju odluka u poduzećima kojima je posao prijevoz ljudi i robe. Vozni park čini skup svih transportnih sredstava nekog transportnog poduzeća, odnosno vozni park ili flotu vozila označava skup gospodarskih i službenih vozila. Tako, na primjer, to može biti dostavno ili teretno vozilo, taksi vozila, teretna motorna vozila, prikolice, tegljači, autobusi, zrakoplovi i dr.

Kako bi se nekoj tvrtki predstavio proces elektrifikacije voznoga parka, koja bi direktno utjecala na njezino poslovanje, potrebno je temeljito sagledati i upoznati se sa dugoročnim ciljevima te tvrtke.

To bi značilo odrediti kakvi će joj biti ciljevi u smislu smanjenja CO₂ emisije, na koji će ih način mjeriti (računati), koji će biti broj el. vozila i koliko će ih još biti nabavljeno. Valja vidjeti kakvi su zakoni s obzirom na poticaje, oporezivanje i regulative na koje se ne može utjecati. U svakoj se to zemlji razlikuje, svaka zemlja na svoj način želi smanjiti emisije CO₂ i tako ostvariti što bolje rezultate. Također, i sami su proizvođači svjesni toga da su pod pritiskom smanjenja vlastite emisije ugljikova dioksida.

Nadalje, potrebno je provjeriti kakvo je stanje infrastrukture za punionice električnih vozila, vrši li se punjenje kod kuće ili u poslovnom prostoru; kakvi su vozači i kakvo je korištenje trenutnih vozila; može li se ograničiti veličina voznoga parka, veličina samog automobila ili prijelazni dio flote na el. vozila. Potrebno je uključivati vozače u pristup elektrifikaciji, komunicirati o promjenama, educirati vozače i odgovarati na sva pitanja. Važno je organizirati testne vožnje električnih vozila kako bi sam prijelaz na ista bio lakši. Postoje još mnogobrojne informacije koje je potrebno predstaviti nekoj tvrtki ili nekom poduzetniku koji tek počinje s izgradnjom svoje tvrtke, a u kojoj su potrebna vozila, bila to dostavna ili obična.

Postoji preporuka menadžerima voznih parkova da razvijaju dugoročne planove koji uključuju pretpostavku koliko će vozila i punjača biti godišnje nabavljeno te kada i gdje se ta vozila mogu puniti.

Za dugoročni plan elektrifikacije voznoga parka promatraju se ključne komponente, a posebno se naglasak stavlja na razvoj strategije upravljanja energijom i punjenjem te odluku koji će biti omjer vozila i punjača.

Kako je već nekoliko puta navedeno, jedan od najvažnijih segmenata za dobar dugoročni plan elektrifikacije voznoga parka je odrediti koliko i koje tipovi punjača instalirati. Dakako, u budućnosti će se broj električnih vozila povećati i time će voznim parkovima trebati osigurati brže punjenje kao punjenje DC, da bi se prilagodio raspored punjenja i osigurale sve druge potrebe voznoga parka kao i sama udobnost vozača.

Jedna od bitnih stvari sama je naplata voznoga parka koja ovisi o brojnim faktorima. Ona uključuje raspored voznih parkova i specifikacije punjača i vozila te također varira o lokalnim komunalnim tarifama koje dodatno otežavaju ovu kompleksnost te operaterima koji pokušavaju unaprijediti rentabilnost plaćanja. Danas će se u Hrvatskoj rijetko vidjeti uporaba el. vozila u poslovne svrhe, no bilježi se sve veći interes tvrtki za prijelaz na vozila bez štetnih plinova.

2.2. Elektrifikacija voznih parkova u Hrvatskoj

Trenutno u Hrvatskoj prosječna starost voznoga parka na poraznoj i stabilnoj razini iznosi oko 14,5 godina. Dok, na primjer, Francuska ima prosječnu starost od 10,6 godina. Danas je u Hrvatskoj očito lošiji standard nego prije, a sve veća starost voznoga parka je i zbog novih automobila koji su sve skuplji.

Centar za vozila Republike Hrvatske pokazuje podatke kako je u Hrvatskoj prosječna starost voznoga parka iz 2019. na 2020. godinu porasla s 13,8 na 14,17 godina. Tako je u 2020. prosječna starost osobnih automobila 12,9 god., dok je 2019. bila 12,6 god. Statistika kaže da je na redovnim tehničkim pregledima ukupno pregledano negdje oko 2.195.590 vozila od kojih je 20,34 % prilikom prvog dolaska na pregled bilo neispravno.

Što se tiče širenja koronavirusa, zasigurno je ono utjecalo na smanjenje registracije cestovnih i osobnih vozila 2020. godine u odnosu na 2019. godinu.

Broj električnih vozila i vozila na hibridni pogon 2020. godine je porastao. U samo godinu dana (s 2019. na 2020.) broj automobila na struju porastao je za 45,6 %, 31,3 % za hibride te za 36,3 % *plug-in* hibride.

U 2021. godini potražnja automobila u EU blago je pala zbog nestašice poluvodiča, dok je Hrvatska, kao i Mađarska, imala najveći rast. To je pokazalo izvješće udruge proizvođača automobila ACEA (europsko udruženje proizvođača automobila koje je glavna skupina za standardizaciju i lobiranje industrije u EU).

U EU tijekom cijele 2021. godine registrirano je 9,7 milijuna novih automobila, 2,4 % manje nego 2020. godine. ACEA navodi da je broj novih registriranih automobila u EU za 3,1 milijuna manji nego u 2019. godini koja je prethodila pandemiji.

Prikazane statistike raznih izvora pokazuju da Hrvatska slijedi trend važnog povećanja broja registriranih električnih i hibridnih vozila kroz godine, kako je to i u Europi pa i na svjetskom tržištu.

Hrvatska pošta jedan je od primjera pozitivnih slučajeva u smislu interesa tvrtki za prijelaz na el. energiju i osviješćenosti o očuvanju prirode. Postepena elektrifikacija voznoga parka započinje već 2015. godine. Tako je Hrvatska pošta donijela strategiju o upravljanju održivosti u kojoj su briga o okolišu i društveno odgovorno poslovanje bitne značajke. Više od 150 tona godišnje emisije štetnih plinova smanjeno je u proteklim godinama, što je odličan pokazatelj. Nabavljeno je 180 bicikala s pomoćnim električnim pogonom kojim su zamijenjeni stari motocikli.

Tijekom 2019. godine Hrvatska pošta kupila je i prvih 20 električnih četverocikala, a već 2020. udvostručila je tu brojku. Voznoj floti dodano je 26 električnih mopeda, a korištenjem tih el. motocikala emisije CO₂ bit će smanjenje za skoro 20 tona po godini. Također, postavljene su i 4 punionice, od toga su dvije po 50 kW snage. Nalaze se u Osijeku i Velikoj Gorici te dvije u Zadru od 22 kW snage. Tom postepenom elektrifikacijom Hrvatska pošta napravila je već konkretan, ozbiljan i velik korak kojim će se smanjiti emisije štetnih plinova te nastavlja dalje sa zelenom tranzicijom koja će u budućnosti uvelike pridonijeti napretku u tom smislu. Tako će Hrvatska, među ostalim državama EU, ispuniti regulative vezane za smanjenje emisija štetnih plinova.



Slika 2.2.3. Električni mopedi i električni četverocikli Hrvatske pošte [28]

Promatrajući štetne emisije CO₂ u domaćem i cestovnom prometu, za domaći promet postoji podatak od oko 5,6 milijuna tona, a za cestovni oko 3 milijuna tona. Danas Republika Hrvatska broji 2 milijuna registriranih cestovnih vozila, a čak 1,5 milijuna registriranih osobnih automobila. Više od 12 godina prosječna je starost osobnog vozila u Republici Hrvatskoj, a ono emitira 3 tone CO₂. Naravno, električna vozila neće proizvesti emisije štetnih plinova ili bukom zagađivati promet, dok hibridna vozila godišnje emitiraju tonu CO₂.

Da bi se smanjilo onečišćenje zraka i dobio što čišći transport, u Hrvatskoj je 2014. godine pokrenut projekt pod nazivom "Vozimo ekonomično". Njime se tvrtkama i građanima dodjeljuju bespovratna sredstva za kupovinu vozila koja su energetske učinkovitije. Fond za energetske učinkovitost i za zaštitu okoliša od 2014. do 2020. godine sufinancirao je više od 4500 vozila koja su energetske učinkovita (to su električna vozila, hibridna vozila te *plug-in* hibridna vozila). Utrošeno je 153 milijuna kuna za njihovu nabavu. Prema podacima iz Centra za vozila Hrvatske, u posljednjih je nekoliko godina očigledan porast hibridnih i električnih vozila. Podatci iz 2012. godine pokazuju da je Hrvatska imala tek 13 el. automobila, dok ih je 2020. registrirano preko 1300.

Da bi država sufinancirala kupca, on je dužan u nekom roku uplatiti minimalan predujam za to vozilo (nekih 7 % od traženih sredstava Fonda). Taj Fond za energetske učinkovitost i za zaštitu okoliša 2021. g. osigurao je 105 milijuna kuna za sufinanciranje vozila koja su energetske učinkovita (pravnim i fizičkim osobama 90 milijuna kuna, javnom sektoru 15 milijuna kn). Za fizičke osobe iznos koji mora platiti, odnosno minimalan predujam za vozilo, iznosi 4900 kuna, dok pravne osobe plaćaju do 28 000 kuna.

Tablice 2.2.1 Prikazuju osigurani iznos za pojedine vrste vozila

Električna vozila kategorije L1-L7	20 000 kuna
<i>Plug-in</i> hibridi	40 000 kuna
Električni pogon ili vodik	70 000 kuna

N1 kategorija <i>plug-in</i> hibridi	40 000 kuna
Električni pogon na UPP, SPP ili vodik	70 000 kuna
N2, N3, M2, M3 el. <i>plug-in</i> hibridni pogon	400 000 kuna

Građani mogu ostvariti sufinanciranje za samo jedno vozilo, dok tvrtke mogu kupiti više njih, ali uz maksimalno 400.000 kuna bespovratnih sredstava. I ove 2022. godine također će biti raspoloživa potpora Fonda za energetske učinkovitost i zaštitu okoliša.

3. STRATEGIJA DEKARBONIZACIJE VOZNOGA PARKA

Ovom strategijom potrebno je dokazati isplativost električnog vozila u odnosu na vozilo s unutarnjim izgaranjem, tj. automobile na benzin ili dizel, manjim tvrtkama koje u svojim voznim parkovima koriste automobile s puno emisija CO₂. Oni ne samo da zagađuju prirodu, već i puno više troše te stvaraju i velik trošak održavanja. Danas, kao što znamo, zbog različitih političkih i gospodarskih situacija cijene energenata rastu, dok električna energija može biti proizvedena i od vlastite (tvrtkine) elektrane, npr. solarni paneli.

3.1. Usporedba električnog i konvencijalnog automobila

Jedna od najvažnijih podjela konvencionalnih automobila je ona prema gorivu koje ga pokreće, a to su benzin i dizel. Također, postoji i opcija ugradnje zemnoga plina (tvornički ili alternativno) uz postojeći dizel ili benzin. S time da benzin ili dizel služe samo za paljenje motora te rad do određene temperature pa se nakon toga on prebacuje na plin. No ovom usporedbom, tj. strategijom pokušat će se prikazati koliko je isplativije kupiti električno vozilo i zašto, s obzirom na automobile s unutarnjim izgaranjem koji su prevladavali dugi niz godina, do izuma električnoga vozila koje se pokazalo ekološki boljim te jeftinijega održavanja.

3.1.1 Specifikacije modela automobila za usporedbu

Za usporedbu korišten je model automobila marke Renault s različitim motorima (benzin/dizel/električni).

1. Renault Clio Authentic



Slika 3.1.1. Renault Clio Authentic Sce 65 [20]

Danas se Renault Clio sve više pojavljuje na cestama. Ima nekoliko inačica Renault Clia, a to su Authentic, Equilibre, Evolution, Techno te E-tech engineered. Za specifikaciju korišten je Renault Clio Authentic budući da je najjeftiniji od svih navedenih te kupcima cjenovno najpristupačniji.

Tablica 3.1.1. Specifikacija Renault Clia Authentic

Renault Clio Authentic	
Gorivo:	Eurosuper (benzinac)
Spremnik goriva(l):	42
Vrsta mjenjača:	ručni mjenjač
Broj stupnjeva prijenosa:	5
Vrsta prijenosa:	pogon na kotače sprijeda
Zapremnina motora (ccm):	999
Najveća snaga motora kW (KS):	49 (65)
Najveći zakretni moment motora (Nm):	95
WLTP emisija CO ₂ (g/km):	116 - 132
WLTP potrošnja (l/100km):	5,2 - 6,1
Cijena energenata (kn/l):	13,50 - 13,50
Euro norma:	Euro 6
Dometa vozila (km):	590 - 690
Cijena vozila (kn):	117.900
Redovni servis (kn):	1200
Gume (kom. lj/zim):	332,50/409,69
Tehnički pregled / registracija (kn)	711,74

2. Renault Megane Equilibre

Renault Megane na testiranjima se pokazao najboljim izborom za kompaktnog „Francuza“.

Motor s modernom konctrikcijom te s posebno izvedenim cilindrima jamči manje trenja te fantastično provodi toplinu, a time je i hlađenje efikasnije. Posjeduje i turbo punjač, izravno ubrizgavanje, sustav promjenjivog otvaranja ventila i filter čađe. Tako su dobivene izvrsne performanse s manjom potrošnjom i manjak CO₂ u zraku. Inačice koje Megane ima su Equilibre, čiji su podaci predstavljeni, te Techno koja je skuplja za nekih 22 000 kuna.



Slika 3.1.2. Renault Megane Equilibre Tce 140 [29]

Tablica 3.1.2. Specifikacija Renault Megane Equilibre Tce 140

Renault Megane Equilibre Tce 140	
Gorivo:	Eurosuper (benzinac)
Spremnik goriva(l):	47
Vrsta mjenjača:	ručni mjenjač
Broj stupnjeva prijenosa:	6
Vrsta prijenosa:	pogon na kotače sprijeda
Zapremnina motora (ccm):	1333
Najveća snaga motora kW (KS):	103 (140)
Najveći zakretni moment motora (Nm):	260
WLTP emisija CO ₂ (g/km):	129 - 141
WLTP potrošnja (l/100km):	5,7 - 6,2
Cijena energenata (kn/l):	13,50 - 13,50
Euro norma:	Euro 6
Domet vozila (km):	650 - 700
Cijena vozila (kn):	166.900
Redovni servis (kn):	1560
Gume (kom. lj/zim):	452,44/606,81
Tehnički pregled / registracija (kn)	1154,16

3. Renault Megane Grandtour

Renault Megan Grandtour je karavan, što znači da ima veći prtljažnik, a samim time i veću dužinu automobila. S tehnološki naprednom putničkom kabinom i uz profinjene detalje ovaj automobil predstavlja elegantan i svestran karavan. Velik je kapacitet prtljažnika (do 563 l), a utovarne je duljine od 2,7 m. Kao i prethodni Megane, dolazi u dvije inačice, a to su Equilibre i Techno. Razlikuje ih cijena od 19 000 kuna.



Slika 3.1.3. Renault Megane Grandtour Equilibre [21]

Tablica 3.1.3. Specifikacija Renault Megane Grandtour Equilibre

Renault Megane Grandtour Equilibre	
Gorivo:	Eurodiesel (dizelaš)
Spremnik goriva (l):	49
Vrsta mjenjača:	automatski mjenjač
Broj stupnjeva prijenosa:	6,8 - 7
Vrsta prijenosa:	pogon na kotače sprijeda
Zapremnina motora (ccm):	1461
Najveća snaga motora kW (KS):	85 (115)
Najveći zakretni moment motora (Nm):	270
WLTP emisija CO ₂ (g/km):	120 - 131
WLTP potrošnja (l/100km):	4,6 - 5,0
Cijena energenata (kn/l):	13,08 - 13,08
Euro norma:	Euro 6
Domet vozila (km):	790 - 860
Cijena vozila (kn):	174.900
Redovni servis (kn):	1600
Gume (kom. lj/zim):	437,69/582,09
Tehnički pregled / registracija (kn)	1039,08

4. Renault Kadjar dCi 115

Radi se o SUV koncepciji automobila koja se često uspoređuje s Nissanom Qashqaijem. Kadjar je od Qashqaija mekši, prozračniji i lagodniji. U odnosu na prethodne izvedbe donosi 5 KS i 25 Nm više te izuzetno dobre performanse, što se tiče dizelske verzije koju se promatra. S ovim 1,5 dCi motorom Kadjar je jedan od najštedljivijih SUV modela na tržištu.



Slika 3.1.4. Renault Kadjar dCi 115 [22]

Tablica 3.1.4. Specifikacija Renault Kadjar dCi 115

Gorivo:	Eurodiesel (dizelaš)
Spremnik goriva(l):	55
Vrsta mjenjača:	mehanički mjenjač
Broj stupnjeva prijenosa:	6
Vrsta prijenosa:	pogon na kotače sprijeda
Zapremnina motora (ccm):	1461
Najveća snaga motora kW (KS):	85 (113,99)
Najveći zakretni moment motora (Nm):	260
WLTP emisija CO ₂ (g/km):	98
WLTP potrošnja (l/100km):	5,3/4,6/4,2
Cijena energenata (kn/l):	13,08-13,08
Euro norma:	Euro 6
Domet vozila (km):	750 - 800
Cijena vozila (kn):	178.300
Redovni servis (kn):	1700
Gume (kom. lj/zim):	651,94/757,63
Tehnički pregled / registracija(kn)	1025,08

Slijedi pregled električnih vozila u Renaultovu asortimanu. Predstavljene su njihove specifikacije te će se moći procijeniti njihova isplativost s obzirom na već prethodno specificirane automobile na unutarnje izgaranje.

1. Renault ZOE E-tech electric

Automobil na električni pogon Renault ZOE prema svjetski usklađenom postupku za laka vozila, tj. (WLTP) stavio je domet na 395 km. Čitav tjedan bezbrižne vožnje moguć je jednim punjenjem. Pokazatelji ekološke vožnje prikazani su na zaslonu instrumentne ploče koji nadzire količinu energije koja je prikupljena kočenjem i samom potrošnjom. Može se svugdje puniti, čak i kod kuće gdje se priključuje na vlastitu kućnu punionicu "Wallbox" snage 7,4 kW te se puni dok ukućani spavaju. Postoji i priključak Combo CCS koji je nov, i također dostupan, te osigurava punjenje na brzim punionicama gdje se za 30 min lako poveća domet automobila na čak 150 km. Uz pomoć pametnoga punjača Cameleon snaga punjenja se prilagođava snazi punionica (do 22 kWh), a vrijeme koje se punilo vozilo će prilagoditi vrsti priključka koji se upotrebljava.



Slika 3.1.5. Renault ZOE E-tech electric evolution [23]

Tablica 3.1.5. Specifikacija Renault ZOE E-tech electric evolution

Renault ZOE E-tech electric evolution	
Gorivo:	Električna energija
Kapacitet baterije:	52k Wh
Vrsta mjenjača:	automatski mjenjač s reduktorom
Broj stupnjeva prijenosa:	bezstupanjski prijenos
Vrsta prijenosa:	pogon na kotače sprijeda
Zapremnina motora (ccm):	0
Najveća snaga motora kW (KS):	80 (108)
Najveći zakretni moment motora (Nm):	225
WLTP emisija CO ₂ (g/km):	0
WLTP potrošnja (l/100km):	13,3 kWh/100
Cijena energenata (kn/kWh):	2,2/1,8 7 kn/100 km
Euro norma:	
Domet vozila (km):	395
Cijena vozila (kn):	286.900
Redovni servis (kn):	396
Gume (kom. lj/zim):	332,50/409,69
Tehnički pregled /registracija (kn)	824,58

Ovaj automobil dolazi čak u dvije inačice, a to su Evolution te Iconic. Za primjer je odabran Evolution jer je jeftiniji. Cijena mu je 286.900 kuna, dok Iconic košta 306.900 kuna. Redovni servis za benzinski Clio do 150 000 km stoji 11.118, a za ZOE samo 3401 kuna. Jamstvo za pogonsku bateriju Renaulta ZOE (do 66 % kapacitet baterije) je 8 godina, a to je 160 000 km, dok za sklop električnog pogonskog agregata (visokonaponska instalacija od baterije do modula za distribuciju VN) iznosi 5 godina ili 100 000 km.

2. Renault Twingo e-tech electric

Twingo E'Tech 100 % electric stvoren je za gradsku vožnju. Moguće ga je puniti na punionici izmjenične struje, bilo to u vlastitom domu, u gradu ili na poslu. Kao i prethodno opisan Renault ZOE ima dostupan punjač Camelon koji samo u 30 minuta povećava njegov domet za čak 80 km. Omogućuje domet do 270 km gradske vožnje (WLTO City), što sa samo jednim punjenjem znači tjedan dana vožnje, a u mješovitoj vožnji domet mu je do 190 km (WLTP Full). Renault Twingo E-Tech ima na raspolaganju tri stupnja regenerativnog kočenja koje se aktivira micanjem noge s papučice gasa. Najvišim stupnjem kočenja jako usporava, i time dolazi do snažnijeg prikupljanja energije kočenja te je manje potrebe za korištenjem kočnice.

Postoje tri inačice Renault Twingo E-Tech-a: Equilibre, Techno i Urban Night. Kao i u prethodnim specifikacijama predstavljena je inačica Equilibre koja je trenutno na tržištu najjeftinija, cijene od 167.800 kuna, dok je Techno cijene 204.900 kuna, a Urban Night 211.900 kuna.



Slika 3.1.6. Renault Twingo E-Tech electric Equilibre [24]

Tablica 3.1.6. Specifikacija Renault Twingo E-Tech electric Equilibre

Renault Twingo E-Tech electric Equilibre	
Gorivo:	električna energija
Kapacitet baterije:	21,3k Wh
Vrsta mjenjača:	automatski mjenjač s reduktorom
Broj stupnjeva prijenosa:	bezstupanjski prijenos
Vrsta prijenosa:	pogon na kotače sprijeda
Zapremnina motora (ccm):	0
Najveća snaga motora kW (KS):	60 (82)
Najveći zakretni moment motora (Nm):	160
WLTP emisija CO ₂ (g/km):	0
WLTP potrošnja (l/100km):	12 kWh/km
Cijena energenata (kn/kWh):	0,6 kn / 1 kW 6 kn / 100 km
Euro norma:	
Domet vozila (km):	270
Cijena vozila (kn):	167.800
Redovni servis (kn):	396
Gume (kom. lj/zim):	308,75/439,38
Tehnički pregled / registracija (kn)	743,52

Renault Twingo E-Tech baterijom od 22 kWh ljeti prijeđe do 250-260 km, što znači nekih 12 kWh, a zimi manje do 110 km (20 kWh). Što su niže temperature potrošnja mu rapidno raste. Tako se pri niskim temperaturama usporava kemijska reakcija koja stvara električnu energiju te je raspon kraći. Ostvaruje se neka ušteda od 50-70 km u odnosu na običnoga benzina, koji će godišnje potrošiti 10 000 kuna benzina u gradskoj vožnji, a Twingo electric oko 2000 kuna. No uvjet je da se puni u noćnoj tarifi kada je struja jeftinija. Dodatni benefit pritom su i besplatne punionice. Tako se benefit, tj. isplativost uzimanja baš ovoga modela Renault Twingo E-Tech electric ostvaruje za nekih 7 godina, a jamstvo je na baterije 8 godina, što iznosi 160 000 km.

3. Renault Megane E-Tech Equilibre

Sjajno vozilo koje je odlična podloga za sve buduće Renaultove 100 % el. modele. Postoje inačice Equilibre, Techno i Iconic. Cijene se kreću od 282.900 kn za Equilibre, koji će biti detaljnije opisan u tablici, zatim 305.900 kn Techno verzija i Iconic za 378.900 kn. Električno pobuđeni sinkroni motor Renault upotrebljava dugi niz godina. On razvija veću snagu od motora koji upotrebljavaju permanentne magnete i za njegovu proizvodnju se ne koriste rijetki zemni metali pa se samim tim smanjuje njegov utjecaj na troškove masovne proizvodnje i okoliš. Motor je vrlo kompaktan i teži tek nekih 145 kilograma, što uključuje i spojku, a to ga čini za 10 % lakšim od motora koji pokreće Renault ZOE. Također razvija veći okretni moment i snagu. Kao što znamo, svakim kočenjem baterija prikuplja dio energije, no novi Megane E-Tech Electric posjeduje optimizirani sustav za prikupljanje energije oslobođene kočenjem. Kada je ručica mjenjača u položaju D, aktivira se regenerativno kočenje koje pomaže prikupiti energiju dok automobil usporava i pretvara je u el. energiju koja se zatim može pohraniti. To utječe na povećanje učinkovitosti baterije i sam doseg uz što manje korištenje kočnica.



Slika 3.1.7. Renault Megane E-Tech Equilibre [25]

Tablica 3.1.6. Specifikacija Renault Megane E-Tech electric Equilibre

Renault Megane E-Tech electric Equilibre	
Gorivo:	električna energija
Kapacitet baterije:	40 kWh; 60 kWh
Vrsta mjenjača:	automatski mjenjač s reduktorom
Broj stupnjeva prijenosa:	bezstupanjski prijenos
Vrsta prijenosa:	pogon na kotače sprijeda
Zapremnina motora (ccm):	0
Najveća snaga motora kW (KS):	96 (130)
Najveći zakretni moment motora (Nm):	250
WLTP emisija CO ₂ (g/km):	0
WLTP potrošnja (l/100km):	12,8 kWh/km
Cijena energenata (kn/kWh):	0,6 kn / 1kW 6 kn / 100km
Euro norma:	
Domet vozila (km):	470; 300 km / 30 min
Cijena vozila (kn):	282.900
Redovni servis (kn):	396
Gume (kom. lj/zim):	758,09/988,49
Tehnički pregled / registracija (kn)	878,62

Novi Megane E-Tech ima novu bateriju tešku 395 kilograma, sa samo 110 mm čini je 40 % manjom od baterije koja se stavlja u Renault ZOE, trenutno najtanja baterija na tržištu. Za poboljšanje aerodinamike i za smanjivanje potrošnje energije zaslužna je visina od samo 1,5 m.

Izbor nudi bateriju od 40 kWh za domet do 300 km (WLTP ciklus) te bateriju od 60 kWh za domet do 460 km (WLTP ciklus, ovisno o inačici). Tehnologija je visokonaponska i iznosi 400 V. Baterija od 40 kWh sačinjena je od 8 modula od kojih svaki sadrži 24 ćelije raspoređene u jednom sloju, dok se baterija od 60 kWh sastoji od 12 modula od kojih također svaki sadrži 24 ćelije, ali raspoređene u dva sloja. I ove baterije dolaze pod jamstvom od 8 godina, naime, u tome će se razdoblju besplatno zamijeniti ako im stvarni kapacitet opadne ispod 70 % nazivnog kapaciteta.

Megan E-Tech Electric usklađen je s cijelom infrastrukturom punionica AC strujom, od kućne utičnice sve do javnih punionica.

3.2. Usporedba troškova

Da bi se utvrdilo koji je od ovih automobila najisplativiji, tj. jesu li električni automobili isplativiji od automobila na unutarnje izgaranje, potrebno je napraviti izračun i usporedbu po njihovim specifikacijama. Specifikacije, koje su bitne da bi se smanjili troškovi manjim tvrtkama, početne su cijene, potrošnja goriva, emisija CO₂ te domet vozila.

Prvo što se može uočiti prema gore navedenim specifikacijama jest da Renault Clio košta najmanje, cijene od 117.900 kn, zatim redom slijede Renault Megan Equilibre 166.900 kn; bez subvencije Renault Twingo E-Tech Electric košta 167.800 kn, Renault Megan Grandtour 174.900 kn, Renault Kadjar 178.300 kn, bez subvencije Renault ZOE E-Tech electric 286.900 kn te Renault Megane E-Tech Equilibre 282.900 kn, također bez subvencije.

Ako se uračuna subvencija (od 70.000 kn za sva 100 % el. vozila) dobiva se sljedeće:

Tablica 3.2.1 Cijene Renaultovih automobila

Renault Twingo E-Tech Electric	97.800 kn
Renault Clio Authentic	117.900 kn
Renault Megan Equilibre	166.900 kn
Renault Megan Grandtour	174.900 kn
Renault Kadjar	178.300 kn
Renault Megane E-Tech Equilibre	212.900 kn
Renault ZOE E-Tech Electric	216.900 kn

Kao što se moglo i pretpostaviti, jedino Renault Twingo E-Tech Electric zadovoljava cijenom, tj. cijenom je isplativiji od ostalih spomenutih električnih vozila, dok su, naravno, više isplativiji, pristupačniji cijenom automobili na unutarnje izgaranje.

Sljedeća je bitna usporedba, možda i najbitnija, ona s obzirom na gorivo koje ih pokreće, odnosno cijene energenata. Naime, troškovi trebaju biti što manji te cijeli postupak pristupačniji tvrtkama koje odluče dekarbonizacijom voznoga parka prijeći na električna vozila. Cijena energenata danas raste, a benzin odnosno Eurosuper 95 cijenom se kreće od 13,50 do 14,03 kn, ovisno, naravno, i o benzinskoj postaji na kojoj se automobil puni. Eurodiesel varira cijenom od 13,08 do 14,57 kn. Gorivo je svakako skuplje na autocestama, tako da se i to mora uključiti u trošak. Sljedeće je električna energija kojom se pokreće električni auto. Što se tiče cijena, npr.

punjenja preko ELEN-ovih punionica, postoje mnogi čimbenici koji se moraju uzeti u obzir u kreiranju cijene punjenja. Može ovisiti o dobu dana, također i o dobu godine te puni li se automobil kod kuće na vlastitoj punionici (mjesto stanovanja), negdje na besplatnoj punionici, koja je sada već rijetkost, ili na autocesti. U zimskom razdoblju od 7 do 21 sat naplaćuje se viša tarifa, a niža od 21 do 7 sati ujutro. Ljetno računanje vremena sve pomiče za jedan sat, pa je tako viša tarifa od 8 do 22 sata, dok je niža od 22 sata do 8 ujutro. Što se tiče punjenja nazivnom snagom, postoje sljedeće situacije:

Tablica 3.2.2. Cijene po tarifama različitih nazivnih snaga na ELEN-ovim punionicama[30]

ELEN (HEP)	Viša tarifa:	Niža tarifa:
Nazivna snaga do 22,1 kW:	2,70 kn / 1k Wh	2,31 kn / 1 kWh
Nazivna snaga od 22,2 do 50 kW:	3,50 kn / 1k Wh	2,90 kn / 1 kWh
Nazivna snaga veća od 50 kW:	4,95 kn / 1k Wh	4,45 kn / 1 kWh

Za nazivnu snagu do 22,1 kW punjenje vremenski traje 180 min, za nazivnu snagu od 22,2 do 50 kW traje 60 min, dok za nazivnu snagu iznad 50 kW punjenje maksimalno traje 45 min.

Od ostalih punionica postoje Petrolove punionice (cca 100 punionica), Tifon (11 punionica) te Hrvatski Telekom (330 punionica).

Tablica 3.2.3. Cijene po tarifama različitih nazivnih snaga na Petrolovim punionicama

Petrol (OneCharge aplikacija)	
Nazivna snaga do 22 kW:	1,99 kn / 1 kWh
Nazivna snaga od 22,01 do 50 kW:	2,99 kn / 1 kWh
Nazivna snaga veća od 50,01 kW	4.99 kn / 1 kWh

Petrolovim punionicama svi imaju pristup, ali ako korisnik nije trajno registriran na njihovu, platit će dodatnih 50 lipa po kilovatu. Minutaže su iste kao i kod ELEN-ovih punionica, što se tiče samog punjenja. Ako se dulje puni od zamišljenoga, cijena raste s obzirom na jačinu nazivne snage. Tifon se koristi MOL *Plugee* aplikacijom za koju je preporučeno da se potrošači trajno registriraju jer cijena za sve one koji nisu registrirani također raste, za 80 lipa po kilovatsatu. Ovdje postoje cijene za nazivnu snagu od 22 do 43 kW 1,80 kn/kW, a za snagu iznad 50 kW 3,00 kn/kW. Naknada za punjenje dulje od 30 min je 0,04 kn/min.

Preko mobilne aplikacije *espoTs* moguće je rezervirati vrijeme kada će se automobil puniti, a to je moguće u punionicama Hrvatskog Telekoma. Cijena usluge je 200 kuna za koju se dobije T-RFID kartica koja se troši svakim punjenjem. Same cijene variraju ovisno o lokaciji na kojoj se korisnik nalazi, mogu biti 2,60 kn/kWh, 2,44 kn/kWh, 1,95 kn/kWh itd., i sve se puni preko CHAdeMO *pluga*. Brzo punjenje tog *pluga* košta 2,84 kn / 1 kWh ili 2,44 kn / 1 kWh.

Nadalje, sagledat će se 8 godina jamstva baterije i 120 000 km kako bi se usporedili ukupni troškovi energenata i ostalih bitnih čimbenika. Pretpostavka je da automobil prosječno prijeđe 15 000 km.

1. Trošak energenata s prijeđenih 120 000 km (A_1).

$$A_1 = \frac{U}{100} \times P \times G$$

A_1 – trošak energenata

U – udaljenost

P – potrošnja na 100 km

G – benzin; dizel; električna energija

$$P = \frac{K}{100 \text{ km}}$$

K – količina goriva

Izračun:

$$A_{1RC} = \frac{120.000 \text{ km}}{100} \times \frac{5,65 \text{ l}}{100 \text{ km}} \times 13,50 \text{ kn/l}$$

$$A_{1RM} = \frac{120.000 \text{ km}}{100} \times \frac{5,95 \text{ l}}{100 \text{ km}} \times 13,50 \text{ kn/l}$$

$$A_{1RMG} = \frac{120.000 \text{ km}}{100} \times \frac{4,8 \text{ l}}{100 \text{ km}} \times 13,08 \text{ kn/l}$$

$$A_{1RK} = \frac{120.000 \text{ km}}{100} \times \frac{4,7 \text{ l}}{100 \text{ km}} \times 13,08 \text{ kn/l}$$

$$A_{1RZ} = \frac{120.000 \text{ km}}{100} \times \frac{13,3 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} \times 2,75 \text{ kn/kWh}$$

$$A_{1RT} = \frac{120.000 \text{ km}}{100} \times \frac{12 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} \times 2,75 \text{ kn/kWh}$$

$$A_{1RME} = \frac{120.000 \text{ km}}{100} \times \frac{12,8 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} \times 2,75 \text{ kn/kWh}$$

Tablica 3.2.4. Ukupni troškovi goriva nakon prijeđenih 120 000 km

	A₁ (kn)
Renault Clio Authentic	91 530 kn
Renault Megan Equilibre	96 390 kn
Renault Megan Grandtour	75 341 kn
Renault Kadjar	73 771 kn
Renault ZOE E-Tech Electric	43 890 kn
Renault Twingo E-Tech Electric	39 600 kn
Renault Megane E-Tech Equilibre	42 240 kn

Za punjenje električnog automobila određena je cijena od 2,75 kn / 1 kWh pretpostavljajući da se tako puni snagom od 22 kW do 50 kW na javnoj punionici, nekih 60 minuta. Koriste se ELEN-ove punionice, 50 % na nižoj tarifi te 50 % na višoj tarifi te uzima prosjek niže i više tarife.

2. Trošak tehničkog pregleda i automobilske osiguranja (A₂)

$$A_2 = (TP + NZC + PO + PV + ON + AO) \times T$$

A₂ – Cijena ukupnog zbroja tehničkog pregleda i automobilske osiguranja (obaveznog)

TP – Tehnički pregled

NZC – Naknada za ceste

PO – Posebna naknada za okoliš

PV – Porez na cestovna motorna vozila

ON – Ostale naknade

AO – Automobilske osiguranje (obavezno)

$$A_{2RC} = (11,68 + 180,60 + 38,50 + 135,10 + 344,60 + 2386,43) \text{ kn} \times 8 \text{ god.}$$

$$A_{2RM} = (11,68 + 374,10 + 45,50 + 378,28 + 344,60 + 2511,67) \text{ kn} \times 8 \text{ god.}$$

$$A_{2RMG} = (11,68 + 374,10 + 38,50 + 270,20 + 344,60 + 2983,77) \text{ kn} \times 8 \text{ god.}$$

$$A_{2RK} = (11,68 + 374,10 + 24,50 + 270,20 + 344,60 + 2983,77) \text{ kn} \times 8 \text{ god.}$$

$$A_{2RZ} = (11,68 + 180,60 + 17,50 + 270,20 + 344,60 + 1260,01) \text{ kn} \times 8 \text{ god.}$$

$$A_{2RT} = (11,68 + 180,60 + 17,50 + 189,144 + 344,60 + 1254,21) \text{ kn} \times 8 \text{ god.}$$

$$A_{2RT} = (11,68 + 180,60 + 17,50 + 324,24 + 344,60 + 1257,11) \text{ kn} \times 8 \text{ god.}$$

Tablica 3.2.5. Ukupni troškovi tehničkog pregleda i obaveznog automobilske osiguranja

	A₂ (kn)
Renault Clio Authentic	24785,36
Renault Megan Equilibre	29383,2
Renault Megan Grandtour	32182,8
Renault Kadjar	32091,04
Renault ZOE E-Tech Electric	16717,12
Renault Twingo E-Tech Electric	16014,48
Renault Megane E-Tech Equilibre	16813,76

3. Troškovi redovnih servisa sveukupno nakon 120 000 km (8 god.) (A₃)

Tablica 3.2.5. Ukupni troškovi redovnih servisa u 8 godina ili prijeđenih 120 000 km

	15000km 12 mj. /kn	30000km 24 mj. /kn	45000km 36 mj. /kn	60000km 48 mj.. /kn	75000km 60 mj /kn	90000km 72 mj. /kn	105000km 84 mj. /kn	120000km 96 mj. /kn	A₃ /kn
Renault Clio	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500	10 800
Renault Megane	1560	2060	1573	1790	1560	2070	1560	1790	13 963
Renault Megane Grandtour	1600	1800	1650	1894	1674	1871	1603	1807	13 899
Renault Kadjar	1700	1900	1700	1890	1690	1900	1720	1899	14 399
Renault ZOE E-Tech	396	921	396	921	396	921	396	921	5268
Renault Twingo E-Tech	396	800	396	800	396	800	396	800	4784
Renault Megane E-Tech Equilibre	396	946	396	946	396	946	396	946	5368

4. Sveukupni trošak nakon priđenih 120 000 km i 8 godina (A)

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

A_4 – Cijena automobila

$$A_{RC} = 91\,530 + 24\,785,36 + 10\,800 + 117\,900$$

$$A_{RM} = 96\,390 + 29\,383,2 + 13\,963 + 166\,900$$

$$A_{RMG} = 75\,341 + 32\,182,8 + 13\,899 + 174\,900$$

$$A_K = 73\,771 + 32\,091,04 + 14\,399 + 173\,300$$

$$A_{RZ} = 43\,890 + 16\,717,12 + 5268 + 286\,900$$

$$A_{RT} = 39\,600 + 16\,014,48 + 4784 + 167\,800$$

$$A_{RME} = 42\,240 + 16\,813,76 + 5368 + 282\,900$$

Tablica 3.2.6. Ukupna cijena troškova nakon 8 godina

	A (kn)	Državna subvencija (kn)	A sa subvencijom (kn)
Renault Clio Authentic	245 015,36	0	245 015,36
Renault Megane Equilibre	306 606,2	0	306 606,2
Renault Megane Grandtour	291 593,8	0	296 322,8
Renault Kadjar	293 561,04	0	293 561,04
Renault ZOE E-Tech Electric	352 775,12	70 000	282 775,2
Renault Twingo E-Tech Electric	228 198,48	70 000	158 198,48
Renault Megane E-Tech Equilibre	347 321,36	70 000	277 321,76

Prvo što se može primijetiti jest da je Renault Clio bez ikakvih državnih poticaja i dalje jeftiniji od dva električna automobila, a to su Renault ZOE i Renault Megane E- Tech, dok je Renault Twingo i bez poticaja ukupnom cijenom i svim troškovima daleko isplativiji i od Renaulta Clia, i svih ostalih automobila na unutarnje izgaranje. Drugo što se zamjećuje jest da je Renault ZOE po svemu jeftiniji od benzina Renaulta Megana i to za 23 831 kn, od dizelaša Renaulta Megana Grandtoura 13 547,6 kn, a od dizelaša Renaulta Kadjara 10 785,84 kn. Renault Megane E – Tech u odnosu na Renault Megan jeftiniji je za 29 284,44 kn, za 19 001,04 kn od Renaulta Megana Grandtoura te za 16 239,28 kn jeftiniji je od Renaulta Kadjara.

Tako je uočljivo da postoje neke uštede koje se odnose na razliku u održavanju, sve druge troškove te i na samu cijenu automobila (električnog vozila i vozila na unutarnje izgaranje). Naravno, ovo je primjer, no tu još ima faktora koji mogu utjecati na smanjenje tih ušteta, ali i povećanje ako se puno manje koristi električni automobil, odnosno koristi ga se samo za gradsku vožnju i puni isključivo na nižoj tarifi te besplatnim punionicama. Tada bi se automobil zasigurno isplatio. Ovako se primjećuju neke minimale uštede od desetak, dvadesetak tisuću kuna koje su, u konačnici, opet ušteta. Definitivno valja uzeti u obzir smanjenje kapaciteta baterije nakon što istekne jamstvo baterije te njezino zbrinjavanje i kupnja nove baterije. Tada se, nažalost, vidi da se uz državne poticaje ne može ostvariti neka ušteta, već se vožnja mora prilagoditi načinu da se u tih osam godina jamstva isplati električni automobil.

4. UTJECAJ AUTOMOBILA NA OKOLIŠ

Kao što je već prethodno navedeno, sve više ljudi kupuje električne automobile. Također i država sve značajnije potiče kupovinu električnih automobila, prvenstveno radi smanjivanja emisija stakleničkih plinova. No postavlja se pitanje: utječe li zaista električni automobil na smanjenje stakleničkih plinova?

Automobili na električni pogon ne proizvode CO₂ i štetne ispušne plinove za vrijeme kretanja i rada, no poznato je da se samo punjenje baterija električnog automobila odvija preko mreže (električne) do koje el. energija dolazi još uvijek najčešće iz termoelektrana na naftu, prirodni plin i ugljen. Tako sam transport i prerada sirovina do tih elektrana dodatno povećava utjecaj stakleničkih plinova. U Hrvatskoj, kako izvještava HROTE za 2015. godinu, 32 % el. energije proizvedno je iz neobnovljivih izvora energije. Na području Hrvatske emisije CO₂ po proizvedenom kWh el. energije iz termoelektrana kreću se od oko 600 g/kWh do oko 1000 g/kWh. Tako, na primjer, TE Plomin 1 i TE Plomin 2, koje su pogonjene na ugljen, emitiraju (od 1000 g/kWh do 1040 g/kWh TE Plomin 1), a TE Plomin 2 (od 935 g/kWh do 985 g/kWh). Nadalje, tu su i TE Rijeka (od 750 do 830 g/kWh), KTE Jertovec (od 640 do 666 g/kWh) te TE Plomin C500 (722 g/kWh).

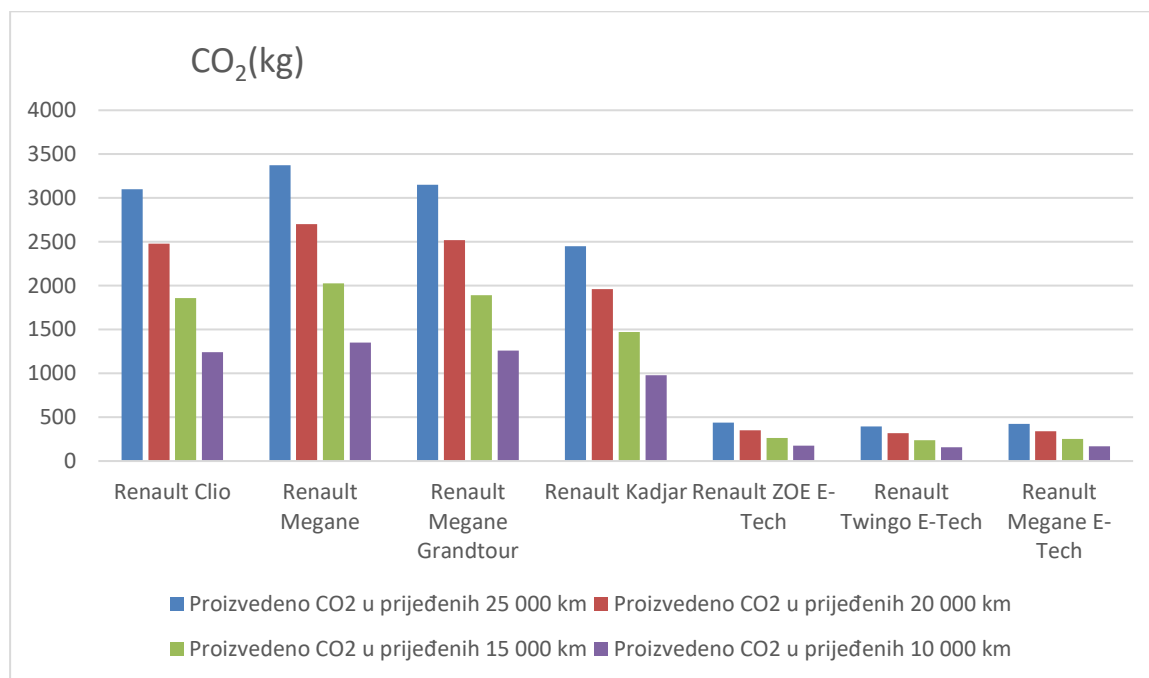
Puni li se električno vozilo isključivo el. energijom koja je dobivena ugljenom, uočljivo je da su emisije skoro pa jednake kao i kod automobila na unutarnje izgaranje. Tako WTW (*Well to Wheel* – pokrivanje životnoga ciklusa od izvora energije pa sve do kotača) ciklus ovisan o izvoru energije prikazuje ugljen s emisijom od (1080 g CO₂/kWh), lož ulje (885 g CO₂/kWh), plin (642 g CO₂/kWh) te vjetar (11 g CO₂/kWh).

Tako će nadalje biti prikazano kakav je zeleni otisak na automobilima koji su prethodno specificirani.

4.1. Računanje i usporedba zelenoga otiska u voznome parku

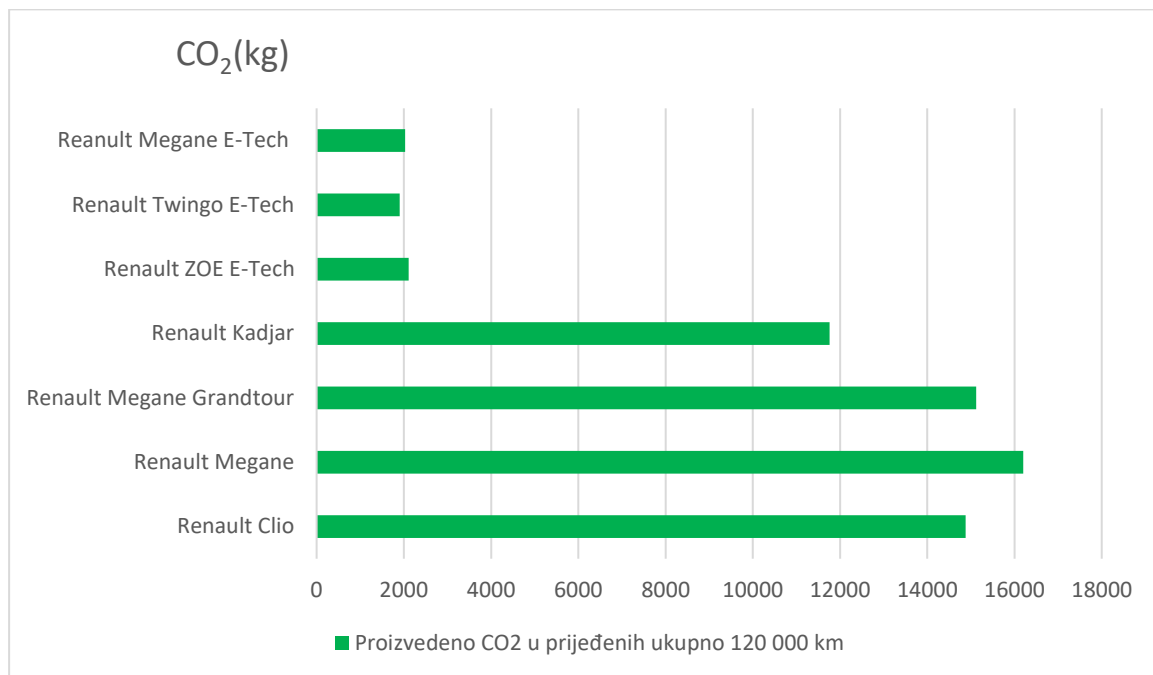
Da bi se vidjelo koliko vozila na unutarnje izgaranje te električna vozila proizvode emisije CO₂, potrebno je napraviti izračun. Za vozila koje pokreće gorivo benzin i dizel to se računa tako da se množi katalogska vrijednost emisije CO₂, koju vozilo proizvede vozeći, s prijeđenim kilometrima (g/km). A za električni automobil računa se tako da se množi specifični faktor emisije CO₂ kg/kWh s prosječnom potrošnjom električne energije kWh / 100 km. U Republici Hrvatskoj specifični faktor emisije CO₂ prosječno (2015. – 2020. g.) iznosi 0,132 kg/kWh.

Grafom je prikazana razlika u kilogramima između konvencionalnih i električnih automobila.



Slika 4.1. Graf prikazuje proizvedene emisije CO₂ za različite kilometraže

Graf prikazuje: što je više kilometara prijeđeno, proizvedena emisija CO₂ bit će veća, a to je i logično. Također, može se uočiti kako električni automobili, kao što su Renault ZOE E-Tech, Renault Twingo E-Tech i Renault Megane E-Tech, imaju puno manju težinu u CO₂ nego automobili na unutarnje izgaranje, čak 7 – 8 puta manju.



Slika 4.2. Graf prikazuje proizvedene emisije CO₂ u ukupnih 120 000 km

I na temelju ovoga grafa može se zaključiti da konvencionalni automobili (automobili na benzin i dizel) imaju veću težinu proizvedenih emisija CO₂ na prijeđenih ukupnih 120 000 km.

5. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu cilj je bio ispitati isplativost kupnje električnih automobila malim poduzetnicima te kakav bi utjecaj ta kupnja, taj prijelaz s konvencionalnih na hibridne ili električne automobile, imala na okoliš i na sam elektroenergetski sustav.

Uočeno je kako se i na koji način može doći do uštede te kako se u isto vrijeme pobrinuti za prirodu. Analiza performansi i raznih specifikacija automobila provedena je na prijeđenih 120 000 km ili 8 godina, jer poznato je da jamstvo na baterije toliko traje, a uzet je prosjek od oko 15 000 godišnje prijeđenih kilometara. U tablici 3.2.6. vidljive su razlike u ukupnim cijenama, sa i bez subvencije države, te se može primijetiti kako se električni auto isplati te se ostvaruje neka ušteda sa svima, osim s Renaultom Cliom. On je, naime, dosta jeftiniji (po troškovima) od svih električnih automobila, osim od Renaulta Twinga E-Tech-a koji je od svih najjeftiniji ne samo sa subvencijom, nego skoro i bez nje. Tako gledajući može se analizom zaključiti kako se električni automobil financijski isplati na rok koji je zadan, a to je 8 godina. U toj se situaciji isplati, ali, naravno, ne smije se zaboraviti ni promjena baterije. S obzirom na to da je poznato kako poduzetnici svakih pet godina mijenjaju automobile, ovo im je isplativa opcija.

Što se tiče zelenoga otiska, vidljivo je da električni automobil ne zagađuje onoliko koliko to čine automobili s unutarnjim izgaranjem. U nekoj zamišljenoj floti može se pretpostaviti da će, ako bude uvršteno 15 ili 20 električnih automobila više nego konvencionalnih, biti manji postotak emisije štetnih plinova, tj. CO₂.

Udio električnog automobila u zaštiti okoliša jako je velik i izuzetno je važno to uzeti u obzir jer bismo kao društvo trebali biti ekološki osviješteni i što više težiti spašavanju Zemlje. Izgradnjom mreža punionica, samim razvojem tehnologije i povećanjem kapaciteta baterije, isplativost korištenja električnih automobila samo će rasti.

6. LITERATURA

- [1.] *Automobilizam*. (30. 6. 2022.). Dohvaćeno iz RTL.hr/emedjimurje: <https://emedjimurje.net.hr/vijesti/automobilizam/3982456/hrvatski-vozni-park-auti-su-nam-jos-stariji-u-prosjeku-imaju-13-godina/>
- [2.] *Cijene goriva*. (4. 7. 2022.). Dohvaćeno iz Hak.hr: <https://www.hak.hr/info/cijene-goriva>
- [3.] *Dekarbonizacija*. (30. 6. 2022.). Dohvaćeno iz *Obnovljivi Verdes*: <https://www.renovablesverdes.com/hr/descarbonizacion/>
- [4.] *Elektrifikacija u EU*. (30. 6. 2022.). Dohvaćeno iz *Dnevnik.hr*: <https://zimo.dnevnik.hr/clanak/elektrifikacija-u-eu-dok-prodaja-elektricnih-vozila-biljezi-veliki-rast-prodaja-benzinaca-i-dizelasa-pada---681007.html>
- [5.] *Elektromobilnost*. (1. 7. 2022.) Dohvaćeno iz *Novi list*: <https://www.novolist.hr/novosti/hrvatska/sufinanciranje-za-kupnju-elektricnih-vozila-evo-koliko-je-ove-godine-novca-na-raspolaganju-gradanima/>
- [6.] *Energija u Hrvatskoj*. (4.7.2022.). Dohvaćeno iz eihp.hr: https://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2022/01/Velika_EIHP_Energija_2020.pdf?fbclid=IwAR2j1MQKz3XAIHI2SJ1KM3Icbbu_GfAasibBEzWuQcK6YJKFzHvE-5TbzIw
- [7.] *Fosilna goriva*. (30.6.2022). Dohvaćeno iz *Wikipedija*: https://hr.wikipedia.org/wiki/Fosilna_goriva
- [8.] *Kalkulator osiguranja*. (4. 7. 2022.). Dohvaćeno iz *Kompare.hr*: <https://kompare.hr/>
- [9.] *Katalog 2*. (3. 7. 2022). Dohvaćeno iz *Renault.hr*: https://cdn.group.renault.com/ren/hr/katalozi/katalog_twingo.pdf
- [10.] *Katalog*. (3. 7. 2022.). Dohvaćeno iz *Renault.hr*: https://cdn.group.renault.com/ren/hr/katalozi/katalog_zoe.pdf
- [11.] *Motor je adut*. (3. 7. 2022.). Dohvaćeno iz *Jutarnji.hr*: <https://www.jutarnji.hr/autoklub/testovi/test-renault-megane-13-tce-benzinac-od-140-ks-je-najbolji-izbor-za-kompaktnog-francuza-dok-intens-oprema-sadrzi-sve-nuzno-za-sigurnost-i-udobnost-10012402>
- [12.] *Osobna vozila Renault*. (1. 7 2022). Dohvaćeno iz Renault.hr: <https://www.renault.hr/osobna-vozila.html>
- [13.] *Prvi dojmovi* (3.7.2022.) Dohvaćeno iz *tportal.hr*: <https://www.tportal.hr/autozona/clanak/foto-video-isprobali-smo-novi-renault-megane-e-tech-electric-veliki-korak-naprijed-za-francuskog-proizvodaca-foto-20220222>
- [14.] *Slika 1.1*. (3.7.2022.). Dohvaćeno iz https://static.jutarnji.hr/images/live-multimedia/binary/2018/10/31/12/KW_Niederau%C3%9Fem.jpg
- [15.] *Slika 1.2.1*. (3.7.2022.). Dohvaćeno iz https://www.consilium.europa.eu/media/10782/paris-agreement_thumbnail_hr.jpg
- [16.] *Slika 2.1*. (3.7.2022). Dohvaćeno iz https://www.nacional.hr/wp-content/uploads/2022/05/PXL_110422_92955784-1024x733.jpg

- [17.] *Slika 2.2.* (3.7.2022). Dohvaćeno iz <https://akter.ba/wp-content/uploads/elementor/thumbs/charging-station-plmpg7xw6t8xkr7juxnncddkrncynlspz616k39uvo.jpg>
- [18.] *Slika 2.2.1.* (3.7.2022). Dohvaćeno iz <https://ams.hr/wp-content/uploads/2020/03/otvorna-123-845x475-c-default.jpg>
- [19.] *Slika 2.2.2.* (3.7.2022). Dohvaćeno iz https://www.strujnikrug.hr/wp-content/uploads/2022/05/opel_vivaro-e_2-1-1024x696.jpeg
- [20.] *Slika 3.1.1.* (4.7.2022). Dohvaćeno iz <https://cdn.group.renault.com/ren/master/renault-new-cars/product-plans/cliio/bja-cliio/2560x1440-responsive-format/renault-cliio5-ph1-exterior-lifestyle-001.jpg.ximg.medium.webp/004086e24c.webp>
- [21.] *Slika 3.1.3.* (4.7.2022). Dohvaćeno iz <https://cdn.group.renault.com/ren/master/renault-new-cars/product-plans/megane-estate/kfb-megane-estate/kfb-megane-estate-ph2/hero-zones/2560x1200-desktop/renault-megane-estate4-ph2-hero-zone-desktop-001.jpg.ximg.medium.webp/32bb22f24b.webp>
- [22.] *Slika 3.1.4.* (4.7.2022). Dohvaćeno iz <https://automotosvijet.com/images/stories/2019/639-Renault-Kadjar-2018-recall-cooling-fan.jpg>
- [23.] *Slika 3.1.5.* (4.7.2022). Dohvaćeno iz <https://www.topgear.com/sites/default/files/2021/10/18028-All-NewZOEVan.jpg>
- [24.] *Slika 3.1.6.* (4.7.2022). Dohvaćeno iz https://ev-database.org/img/auto/Renault_Twingo_ZE_2020/Renault_Twingo_ZE_2020-01@2x.jpg
- [25.] *Slika 3.1.7.* (4.7.2022). Dohvaćeno iz https://www.autonet.hr/media/fly-images/53597/autonet.hr_RenaultMeganeETechElectricMirnaPec_vozilismo_2022-04-14_otvorna-640x0.jpg
- [26.] *Slika 4.1.; Slika 4.2.* Grafovi iz programa Word . (n.d.).
- [27.] *Tehnički pregled.* (4.7.2022). Dohvaćeno iz Laqo by Croatia osiguranje: https://www.laqa.hr/tehnickipregledi/?gclid=Cj0KCQjw5ZSWBhCVARIsALERCvxsND4c9z1gXPynmrNnlDHaiuZEU7YweVWy_IOUNHYMixeZfMyJf8aAlG6EALw_wcB
- [28.] *Slika 2.2.3.*(4.7.2022.) Dohvaćeno iz https://www.posta.hr/UserDocsImages/hp/vijesti_aktualnosti/2019/HP_elektricni_cetvero_cikli_3.jpg
- [29.] *Slika 3.1.2.* (4.7.2022.) Dohvaćeno iz <https://autoportal.hr/wp-content/uploads/2021/02/Renault-Megane-TCe-140-Edition-One-2.jpg>
- [30.] *Aktualno Dohvaćeno iz Autonet.hr:* <https://www.autonet.hr/aktualno/objavljujemo-pregled-cijena-punionica-elektricnih-automobila-u-hrvatskoj/>

7. DODACI

Popis slika

Slika 1.1. Prikaz onečišćenja zrak [14].....	3
Slika 1.2 Slika prikazuje uvijete Pariškog sporazuma [15].....	3
Slika 7.1. Punjenje automobila (benzinca) [16].....	4
Slika 2.2. Punjenje automobila (električnog) [17].....	4
Slika 2.2.1. Prikaz različitih marki automobila [18].....	5
Slika 2.2.2. Prikaz dostavnog električnog vozilan na punionici [19].....	6
Slika 2.2.3. Električni mopedi i električni četverocikli Hrvatske pošte [28].....	9
Slika 3.1.1. Renault Clio Authentic Sce 65 [20].....	12
Slika 3.1.2. Renault Megan Equilibre Tce 140 [29].....	13
Slika 3.1.3. Renault Megane Grandtour Equilibre [21].....	14
Slika 3.1.4. Renault Kadjar dCi 115 [22].....	15
Slika 3.1.5. Renault ZOE E-tech electric evolution [23].....	16
Slika 3.1.6. Renault Twingo E-Tech electric Equilibre [24].....	18
Slika 3.1.7. Renault Megane E-Tech Equilibre [25].....	20
Slika 4.1. Graf prikazuje proizvedene emisje CO ₂ u različitim kilometražama.....	30
Slika 4.2. Graf prikazuje proizvedene emisje CO ₂ u ukupnih 120 000 km.....	31

Popis tablica

Tablice 2.2.1 Prikazuju osigurani iznos za pojedine vrste vozila.....	10
Tablica 3.1.1. Specifikacija Renault Clia Authentic.....	12
Tablica 3.1.2. Specifikacija Renault Megan Equilibre Tce 140	13
Tablica 3.1.3. Specifikacija Renault Megan Grandtour Equilibre.....	14
Tablica 3.1.4. Specifikacija Renault Kadjar dCi 115.....	15
Tablica 3.1.5. Specifikacija Renault ZOE E-tech electric evolution.....	17
Tablica 3.1.6. Specifikacija Renault Twingo E-Tech electric Equilibre.....	19
Tablica 3.1.6. Specifikacija Renault Megane E-Tech electric Equilibre.....	21
Tablica 3.2.1 Cijene Renaultovih automobila	22
Tablica 3.2.2. Cijene po tarifama različitih nazivnih snaga na ELEN-ovim punionicama [30].....	23
Tablica 3.2.3. Cijene po tarifama različitih nazivnih snaga na Petrolovim punionicama.....	23
Tablica 3.2.4. Ukupni troškovi goriva nakon prijeđenih 120 000 km.....	25
Tablica 3.2.5. Ukupni troškovi tehničkog pregleda i obaveznog auto osiguranja	26

Popis tablica

Tablica 3.2.5. Ukupni troškovi redovnih servisa u 8 godina ili prijeđenih 120,000 km....	26
Tablica 3.2.6. Ukupna cijena troškova nakon 8 godina	27

8. SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI

Ovim završnim radom provedena/utvrđena je strategija dekarbonizacije voznoga parka. Odabrano je nekoliko konvencionalnih i nekoliko električnih automobila za usporedbu te se na temelju ukupnih troškova utvrdila prednost električnog automobila nad konvencionalnim, ne samo u troškovima održavanja, nego i u puno manjem postotku zagađivanja okoliša štetnim emisijama CO₂. S tim na papiru male tvrkte imaju sve potrebno za kupnju električnoga automobila.

Ključne riječi: dekarbonizacija, električni automobil, CO₂ – ugljikov dioksid, vozni park.

9. SUMMARY AND KEY WORDS

With this undergraduate thesis, the strategy of decarbonization of the vehicle fleet was implemented. Several conventional and several electric cars were selected for comparison and with the total costs, determined the advantages of an electric car over a conventional one, not only in maintenance costs but also in a lower percentage of environmental pollution with harmful CO₂ emissions. With that on paper as a small business, companies have everything they need to buy an electric car.

Keywords: decarbonization, electric car, CO₂ - carbon dioxide, vehicle fleet