

# Izrada strategije dekarbonizacije flote vozila

---

Cupan, Filip

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:190:175898>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI

**TEHNIČKI FAKULTET**

Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Završni rad

**Izrada strategije dekarbonizacije flote vozila**

Rijeka, srpanj 2022.

Filip Cupan

0069083304

SVEUČILIŠTE U RIJECI

**TEHNIČKI FAKULTET**

Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Završni rad

**Izrada strategije dekarbonizacije flote vozila**

Mentor : izv. prof .dr. sc. Vedran Kirinčić

Rijeka, srpanj 2022.

Filip Cupan

0069083304

**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: **Filip Cupan (0069083304)**  
Studij: **Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike**

Zadatak: **Izrada strategije dekarbonizacije flote vozila / Development of a vehicle fleet decarbonisation strategy**

### Opis zadatka:

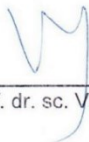
U radu je potrebno izraditi footprint (zeleni otisak) u dijelu gospodarenja voznim parkom, uključujući izradu strategije uvođenja modela s niskim stupnjem zagađenja i manjom specifičnom potrošnjom goriva (motori s niskom emisijom, uvođenje hibrida, električnih vozila i sl.).

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 stručnim studijima Tehničkog fakulteta u Rijeci, izjavljujem da sam samostalno izradio završni rad za srpanj 2022. godine.

Rijeka, srpanj 2022.



---

Filip Cupan

0069083304

## ZAHVALA

Prije svega zahvaljujem se svom mentoru profesoru dr. sc. Vedranu Kirinčiću na danj temi i njegovoj pomoći oko izrade završnog rada. Zahvaljujem se svojoj obitelji na podršci tijekom svih godina studiranja, te što su mi omogućili pohađanje ovog studija. Zahvaljujem se svojoj djevojci na motivaciji i njezinoj potpori u životu. Na kraju zahvaljujem se svojim kolegama i prijateljima za svu njihovu pomoć te na ludim i nezaboravnim provedenim trenucima tijekom studiranja.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ZELENI OTISAK VOZILA</b> .....	<b>2</b>
2.1. Dekarbonizacija .....	2
2.2. EU norme.....	3
2.3. Vozila s dizelskim motorima .....	4
2.4. Vozila s benziskim motorom .....	6
2.5. Hibridna i električna vozila .....	8
<b>3. STRATEGIJA DEKARBONIZACIJE FLOTE VOZILA</b> .....	<b>9</b>
3.1. Državni poticaji .....	9
3.2. Usporedba vozila voznog parka .....	10
3.2.1. VW Polo .....	11
3.2.2. VW Taigo .....	13
3.2.3. VW Golf VIII .....	15
3.2.4. VW ID.3 .....	17
3.3. Troškovi goriva i električne energije.....	19
<b>4. PRIKAZ STRATEGIJE NA MANJOJ FLOTI VOZILA I FOOTPRINT VOZNOG PARKA</b> .....	<b>23</b>
4.1. Strategija uvođenja .....	23
4.2. Zeleni otisak voznog parka.....	27
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>29</b>
<b>6. LITERATURA</b> .....	<b>30</b>
<b>7. DODACI</b> .....	<b>32</b>
<b>8. SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI</b> .....	<b>33</b>
<b>9. SUMMARY AND KEY WORDS</b> .....	<b>33</b>

## 1. UVOD

Zbog sve većih klimatskih promjena i zagrijavanja planeta Zemlje potreba za smanjivanjem razine ugljičnog dioksida u atmosferi je sve veća, ali ujedno javlja se potreba za energetsom tranzicijom radi poskupljenja energenata i povećanjem iskoristivosti svih oblika energije. Sve više država uvodi zabrane prometovanja vozilima koji imaju veliku emisiju CO<sub>2</sub> kako bi smanjili štetnost na zrak, a posebice u središtu većih gradova gdje su čak i zabranjena vozila na fosilna goriva, dok je prometovanje omogućeno samo za vozila nulte stope emisije CO<sub>2</sub> kao što su električna vozila. Kako bi se potaknula svijest ljudi o uvođenju vozila s nižom emisijom CO<sub>2</sub> mnoge države pri kupnji novih električnih vozila i hibridnih vozila daju novčani poticaj pri kupnji.

Jedan od najznačajnijih poticaja za prelazak na električna ili hibridna vozila jest cijena energenata odnosno cijena fosilnih goriva kao što su dizel i benzin. Zbog ekonomskih i političkih razloga danas u svijetu cijene goriva rastu iz dana u dan te je to još jedan dodatan razlog zašto prijeći na električnu energiju ili razmatrati vozila s niskom potrošnjom goriva koja imaju motore sa smanjenom emisijom CO<sub>2</sub>.

Cilj ovog završnog rada je osvijestiti manje poduzetnike o ekološkim problemima koje stvaraju vozila koja sadrže starije motore s unutarnjim izgaranjem te ih potaknuti drugačiji pristup novijoj tehnologiji koja dolazi u budućnosti.



## **2. ZELENI OTISAK VOZILA**

U ovom poglavlju analizirat će se zeleni otisak s dizelskim i benzinskim motorima te hibridna vozila i električna vozila odnosno koliko su štetni njihovi ispušni plinovi. Definitrat će se pojam dekarbonizacija i što su to EU norme.

### **2.1. Dekarbonizacija**

Dekarbonizacija je proces smanjenja emisije ugljika u atmosferi, naročito ugljikovog dioksida CO<sub>2</sub>. Kako bi se dekarbonizacija provela potreban je energetska prijelaz što bi značilo uklanjanje ugljika iz proizvodnje energije, a to znači ne samo uklanjanje štetnih ispušnih plinova koje proizvode automobili nego da i sama proizvodnja automobila bude ekološki prihvatljiva. [1] 2015. godine donesen je Pariški sporazum koji je potpisalo 55 zemalja svijeta uključujući i Republiku Hrvatsku. Cilj pariškog sporazuma je smanjiti globalno zatopljenje porasta temperature s 2 stupnjeva Celzijeva do 1,5 stupanj Celzijev, a zemlje članice Europske unije u skladu s pariškim sporazumom su se dogovorile da će do 2050.godine postati prvo klimatski neutralno gospodarstvo i društvo. [2] U skladu s pariškim sporazumom kako bi smanjili štetne plinove koje automobili proizvode mnogi svjetski proizvođači su se okrenuli prema elektrifikaciji vozila kao što je npr. Volkswagen koji je pokrenuo kampanju „way to zero“. Volkswagen do 2050.godine želi postati ugljično neutralna kompanija. [3]

## 2.2. EU norme

Europske ekološke norme su norme ispušnih plinova koje moraju zadovoljavati sva motorna vozila koja se prodaju u Europi. EU norma vozila određuje se prema četiri glavna zagađivača koje motor izbacuje: neizgoreni ugljikovodici (HC), ugljični monoksid (CO), dušikov oksid (NO<sub>x</sub>) i PM čestice. [4]

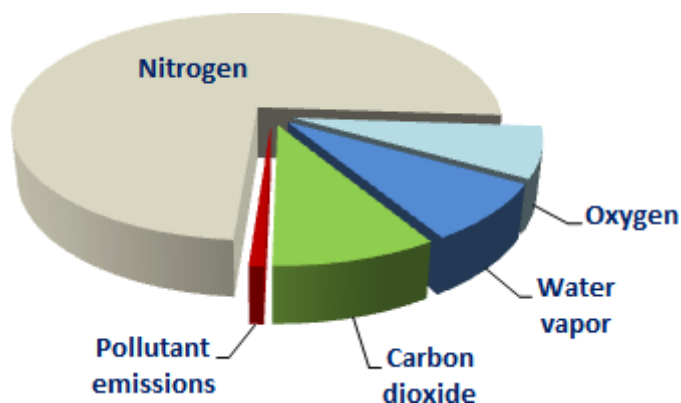
	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6	Euro 6 RDE
Osobni automobili	srpanj 1992	Jan 1996	Jan 2000	Jan 2005	rujna 2009	rujna 2014	rujna 2017
Laka gospodarska vozila (N1-I) ≤1305kg	listopada 1994	Jan 1998	Jan 2000	Jan 2005	rujna 2010	rujna 2014	rujna 2017
Lakih gospodarskih vozila (sve ostalo)	listopada 1994	Jan 1998	Jan 2001	Jan 2006	rujna 2010	rujna 2015	rujna 2017
Kamioni i autobusi	1992	1995	1999	2005	2008	2013	rujna 2017
Motocikli	2000	2004	2007	2016	2020		
Mopedi	2000	2002		2017	2020		

*Slika 2.1 Tablica EU normi [5]*

Svaka viša EU norma zahtijeva manje emisije CO<sub>2</sub> odnosno manje zagađivača koje motor izbacuje kroz ispušni sustav. 1992. godine EU 1 normu je zadovoljavalo ako vozilo ima katalizator koji je ugrađen u ispušnom sistemu. Za EU 2 normu smanjene su granice za ugljični monoksid i postavljeno je ograničenje za neizgorene ugljikovodike i dušikov oksid, pa su naravno uvedene različite granice razine za benzinske i dizelske motore. EU 3 norma dijeli granice za ugljikovodike i dušikovog oksida za benzinske i dizelske motore, te se dodaje zasebno ograničenje za dušikov oksid za dizelska vozila. EU 4 norma zahtijeva niže granice ugljikovodika, dušikovog oksida, ugljikovog monoksida i PM čestica. Za EU 5 normu za dizelske motore potrebno je da sadrže dizelski filter čestica čime se sprječuje izlazak čestica čađe u atmosferu. EU 6 norma bazirana je na smanjenju dušikovog oksida zbog respiratornih problema koji utječu na ljudsko zdravlje. Uvodi se selektivna katalitička redukcija kod dizelskih motora da bi se smanjila razina dušikovog oksida te kod benzinskih motora uvodi se benzinski filter čestica. [6]

### 2.3. Vozila s dizelskim motorima

Dizelski motor s unutarnjim izgaranjem pretvara kemijsku energiju sadržanu u gorivu u mehaničku snagu. Dizelsko gorivo je mješavina ugljikovodika koja bi tijekom idealnog procesa izgaranja proizvodila samo ugljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ) i vodenu paru ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Većina zagađivača potječe iz različitih neidealnih procesa tijekom izgaranja, kao što su nepotpuno izgaranje goriva, reakcije između komponenti smjese pod visokom temperaturom i tlakom, izgaranje ulja za podmazivanje motora i uljnih aditiva kao i izgaranje neugljikovodičnih komponenti dizela goriva, kao što su spojevi sumpora i aditivi za gorivo. Četiri glavna zagađivača su: neizgoreni ugljikovodici (HC), ugljični monoksid (CO), dušikov oksid ( $\text{NO}_x$ ) i PM čestice. [7]



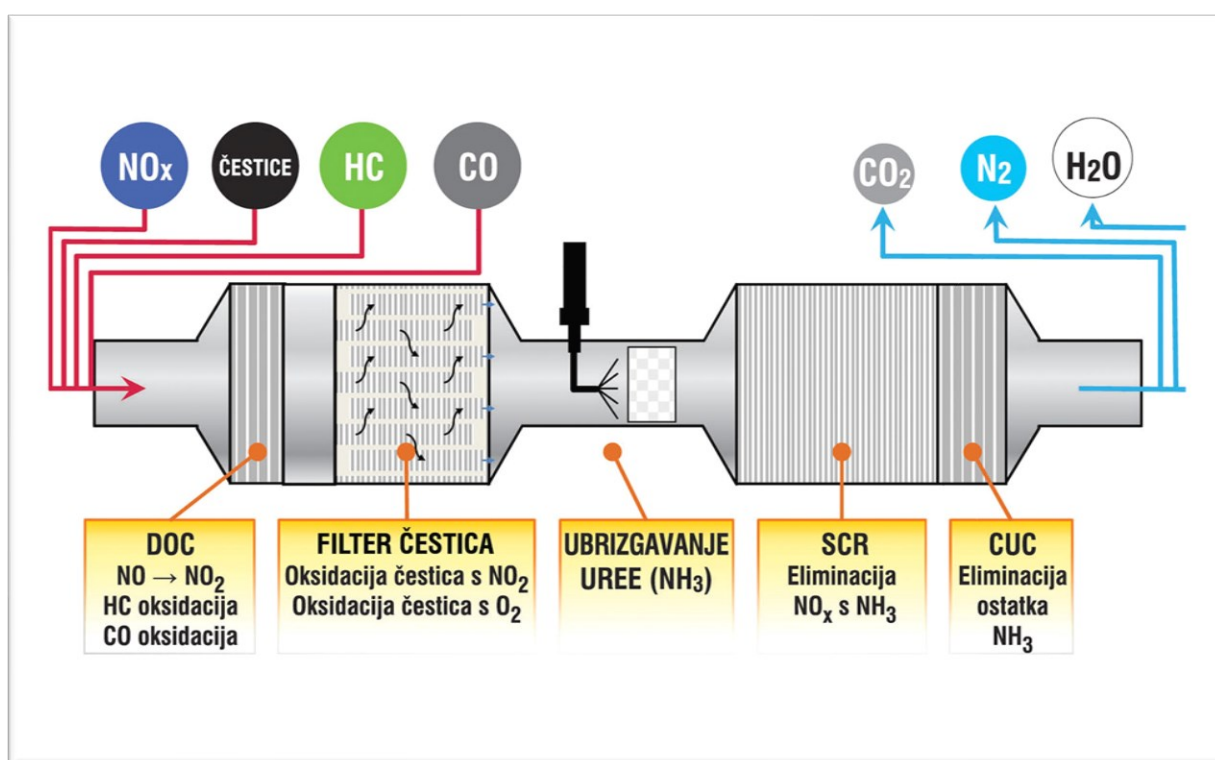
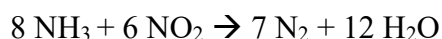
Slika 2.2. Ispušni plinovi dizelskog motora [7]

Kako bi se smanjila emisija  $\text{CO}_2$  te ujedno ispoštovala EU 5 norma sva dizelska vozila od 2009.godine imaju ugrađen DPF odnosno dizelski filter čestica. Dizelski filteri čestica služe kako bi smanjili broj štetnih čestica koje izlaze iz ispušnih sustava dizelskih vozila. Dizelski filteri čestica skupljaju čestice čađe te ih onda pri visokim temperaturama spaljuju kako bi se spriječio izlazak čestica iz ispušnog sustava. Ovaj proces se zove regeneracija. Kako bi se još dodatno smanjila štetnost emisija i zadovoljila EU 6 norma svjetski proizvođači automobila razvili su SCR(Selective Catalytic Reduction) odnosno selektivni redukcijski katalizator.

Nastali  $\text{NO}_x$  u SCR procesu obrađuje se u katalizatoru, a za taj proces potreban reducent AdBlue. AdBlue je tekućina koja se sastoji od 32,5% uree i 76,5% vode. Ubrizgavanjem AdBlue tekućine u tok ispušnih plinova dolazi do hidrolize te zatim se odvija transformacija dušikovog oksida na dušik i vodu. [8]

Reakcija hidrolize:  $(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NH}_3 + \text{CO}_2$

SCR reakcija:  $4 \text{NH}_3 + 4 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

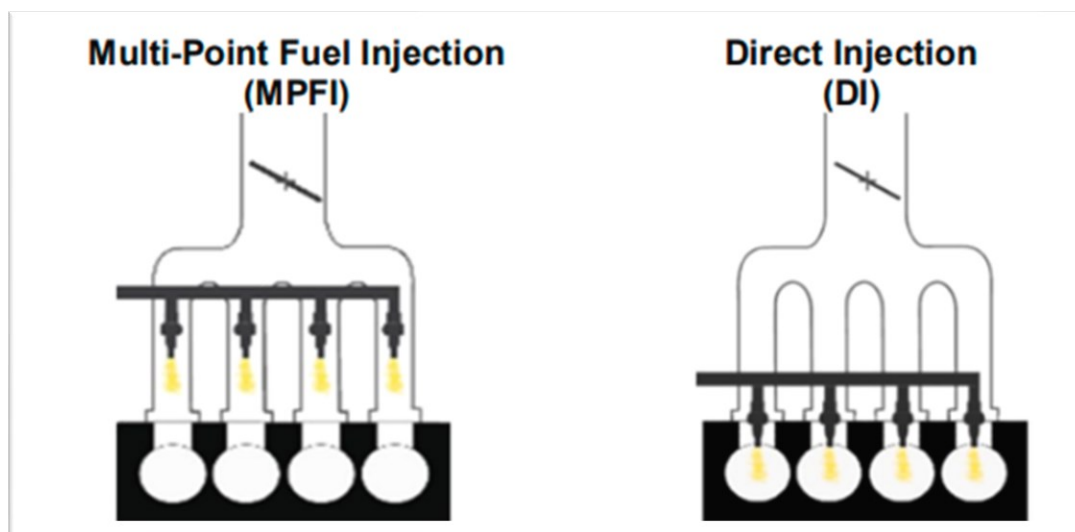


Slika 2.3. Selektivna katalitička redukcija kod dizelskog motora [9]

Emisije dizelskih motora stvaraju prizemni ozon koji oštećuje usjeve, drveće i svu preostalu vegetaciju pa se tako stvara kisela kiša koja utječe na tlo i vodu i pritom na ljudsko zdravlje putem prehrambenih proizvoda.

## 2.4. Vozila s benziskim motorom

Benzinski motori za razliku od dizelskih motora koriste benzin kao pogonsko gorivo. Benzin je rafinirani produkt nafte koji se sastoji od mješavine ugljikovodika, aditiva i sredstva za miješanje. Tipični sastav benzinskih ugljikovodika sastoji se od: 4-8% alkana; 2-5% alkeni; 25-40% izoalkana; 3-7% cikloalkana; 1-4% cikloalkena; i 20-50% ukupnih aromatika (0,5-2,5% benzena). Ugljikovodicima se dodaju aditivi i sredstva za miješanje mješavina za poboljšanje performansi i stabilnosti benzina. Kako bi se zadovoljila EU6 norma s benziskim motorima kao i dizelski motori, benzinski motori imaju OPF(otto partikelfilter) odnosno benzinski filter čestica koji služi za smanjivanje emisije CO<sub>2</sub>. Kod benzinskih motora na redukciju emisije CO<sub>2</sub> utječe se ubrizgavanjem goriva u motor. Postoji 2 načina ubrizgavanja goriva , a to su MPI(Multi point fuel injection) i DI(Direct injection). Kod MPI gorivo se ubrizgava u usis zraka , a kod DI gorivo se ubrizgava direktno u cilindar motora. Kod DI ubrizgavanja poboljšano je izgaranje goriva, a ujedno i povećana je snaga za razliku od MPI. [10]



Slika 2.4. Prikaz ubrizgavanja goriva MPFI i DI [10]

Važan pojam kod benzinskog goriva je oktanski broj – otpornost samozapaljenja smjese. Benzinsko gorivo s većim oktanskim brojem prikladnije je za motor jer osigurava visoki omjer kompresije i poboljšava učinkovitost goriva i osigurava nižu emisiju CO<sub>2</sub>.

Emissions	Gasoline engine (%)	Diesel engine (%)
CO	0.8–5.2%	0.1–1.6%
HC	0.03–0.04%	0.002–0.004%
NO <sub>x</sub>	0.2–0.06%	0.15–0.04%
CO <sub>2</sub>	9.0–12.5%	8.0–11.0%
O <sub>2</sub>	3–5%	7–10%

*Slika 2.5. Karakterističan prikaz ispušnih plinova dizelskih i benzinskih motora [11]*

Iz tablice sa slike 2.5. prikazane su emisije plinova koje ispuštaju benzinski i dizelski motori. Benzinski motori ispuštaju više ugljikovog monoksida CO, dušikovog oksida NO<sub>x</sub> i veći CO<sub>2</sub> nego dizelski motori. Dizelski motori imaju višu kompresiju te se zbog toga postižu bolje emisije CO<sub>2</sub>. Dizelski motori ispuštaju više PM čestica nego benzinski motori te zbog toga više onečišćuju zrak.

## 2.5. Hibridna i električna vozila

Električna vozila kao svoje gorivo koriste električnu energiju te zbog toga nemaju ispušne plinove. Pogodna su za velike gradove s mnogo vozila jer je kvaliteta zraka obično lošija u velikim gradovima zbog prenapučenosti, a i samom količinom vozila u gradu. Elektromotor za razliku od motora s unutarnjim izgaranjem ima veću energetske iskoristivost od 85 % do 90 % .[12] Prednost električnih vozila je veća pohrana kinetičke energije u električnu energiju tzv. rekuperacijsko kočenje. Fosilna goriva u današnje vrijeme imaju visoku cijenu po litri koja varira od 12 kuna pa čak i preko 15 kuna dok za 1 kWh cijena varira od 2 kune i 31 lipe do 5 kuna što je znatno povoljnije. Hibridnim vozilima nazivamo vozilo koje se sastoji od motora sa unutarnjim izgaranjem i elektromotora. Ona imaju 2 načina rada, a to su kada samo radi elektromotor tada vozilo ne izbacuje nikakve ispušne plinove i kada su u pogonu motor s unutarnjim izgaranjem i elektromotor. Hibridna vozila imaju znatno manji doseg elektromotora zbog manjeg kapaciteta baterije koja je smještena u vozilu. Emisije CO<sub>2</sub> su znatno manje nego kod vozila koja sadrže samo motor sa unutarnjim izgaranjem zato što kod hibridnih vozila motor s unutarnjim izgaranjem nije uvijek u funkciji te je zbog toga prosječna emisija CO<sub>2</sub> manja.

### **3. STRATEGIJA DEKARBONIZACIJE FLOTE VOZILA**

U ovom poglavlju usporedit će se isplativost električnih vozila i vozila na fosilna goriva na pojedinačnoj razini te kako uvjeriti manja poduzeća koja imaju manji broj vozila da provedu dekarbonizaciju svoje flote vozila odnosno pokazati im koliko je isplativije imati električno vozilo u svojem voznom parku nego vozilo na fosilno gorivo.

#### **3.1. Državni poticaji**

Republika Hrvatska od 2014. godine pa sve do danas dodjeljuje bespovratna sredstva građanima i tvrtkama pri kupnji vozila koja imaju veću energetska učinkovitost. Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti dosad je sufinancirao oko 4500 energetski učinkovitih vozila sa 153 milijuna kuna. Podaci iz centra za vozila Hrvatske zabilježili su evidentan rast električnih vozila na hrvatskim prometnicama, a samo u 2020. godini registrirano je preko 1300 vozila. Građani mogu kupiti jedno vozilo uz sufinanciranje od 20 000 do 70 000 kuna, dok tvrtke mogu kupiti više vozila te iskoristiti maksimalno 400 000 kuna poticaja. Za ostvarivanje poticaja kupac u određenom roku mora uplatiti obaveznu minimalnu akontaciju za vozilo koja iznosi od 7% traženih sredstava fonda. Za pravne osobe iznosi do 28 000 kuna, a dok za fizičke osobe je to maksimalnih 4 900 kuna. Kupljena vozila moraju biti u vlasništvu dvije godine. [13] Kako bi se proveo što prije proces dekarbonizacije flote tvrtke mogu iskoristiti ovu priliku da zamijene do 5 vozila na fosilna goriva za električno vozilo u svojoj floti uz maksimalno iskorištavanje državnih poticaja. Time dolazi do smanjenja troškova održavanja vozila i troškova vezanih uz gorivo čime se postiže značajna ušteda.



### **3.2. Usporedba vozila voznog parka**

Izabrani su modeli jednog proizvođača kako bi se zadržala jednaka kvaliteta za sva vozila koja su izabrana. Za usporedbu vozila u voznom parku odabrana su 4 modela automobila marke Volkswagen. Modeli automobila za ovu analizu uzeti su u najosnovnijoj opremi te s najslabijim dizelskim i benzinskim motorom i s najslabijim elektromotorom iz razloga zato što su cjenovno najpovoljniji za flote vozila. Troškovi održavanja vozila koja su niža na osnovnijim modelima opreme i slabijim motorima koji su ekonomičniji nego jači motori. 4 modela koja su izabrana za usporedbu su VW Polo Life i VW Taigo Life sa benzinskim motorom od 95 konjskih snaga, VW Golf VIII Life sa dizelskim motorom od 115 konjskih snaga i VW ID.3 Pro sa elektromotorom od 107 kW. VW ID.3 Pro je električni automobil koji će se kroz ovu analizu pokazati kao najbolja zamjena u voznom za preostala 3 modela na fosilna goriva, te pritom provesti dekarbonizaciju voznog parka kod manjih poduzeća.

### 3.2.1. VW Polo

Volkswagen Polo je najmanji automobil iz Volkswagena koji se trenutno proizvodi. Polo dolazi u 3 varijante opreme, a to su: Life, Style i R-Line. Mala poduzeća sa malom flotom vozila većinom uzimaju najosnovniju opremu, a to je Life oprema jer to zadovoljava njihove potrebe i cjenovno je im je i najisplativije. U ponudi su 3 benziska motora sa 95 , 110 i 150 konjskih snaga. Za ovu analizu odabran je Polo Life sa motorom 1.0 TSI koji ima 95 konjskih snaga.



*Slika 3.1. Volkswagen Polo Life [14]*

Volkswagen Polo spada u nisku klasu vozila te je zbog toga pristupačan svojom cijenom, a i cijenom održavanja. Cijena godišnjeg održavanja kreće se od 1750 kuna do 2500 kuna, to ovisi o servisnom planu po kojem se vozilo održava kako bi vozilo zadržalo garanciju. Vozilo se mora održavati svakih godinu dana ili ako je određeno ugovorom leasinga održavanje svakih 15 000 , 20 000 ili 30 000 kilometara. Na svakom redovnom servisu vrši se izmjena ulja u motoru i filtera ulja. Na svakom drugom servisu vrši se izmjena filtera zraka i filtera peludi, pa cijena servisa može varirati ovisno o filterima peludi i zraka.

Spremnik goriva sadrži 40 litara, a prosječan domet vozila je od 600 do 680 kilometara miješane vožnje s prosječnom potrošnjom goriva od 5,5 do 5,8 litara na 100 kilometara. Cijena punjenja spremnika goriva iznosi 486 kuna što je izračunato da se toči u prosjeku svaki put 36 litara goriva eurosupera 95.

Ukupni godišnji troškovi približno iznose 7136 kuna. U to je uračunato godišnje održavanje koje varira od 1750 do 2500 kuna međutim uzeta je prosječna cijena održavanja koja iznosi 2125 kuna, zatim tehnički pregled vozila, obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti, osiguranje automobilskog kaska i godišnja registracija vozila. [15]

*Tablica 3.1. Tablica podataka VW Polo Life*

	<b>Polo Life</b>
Vrsta motora	Benzin
Snaga motora	70 kW / 95 KS
Zapremina motora	999 ccm
Mjenjač	5-stupanjski ručni mjenjač
Emisija CO2	118 g/km
EU norma	Euro 6 AP
Prosječna potrošnja	5,5 - 5,8 L/100km
Spremnik goriva	40 L
Domet vozila	600 - 680 km
Cijena energenata (benzin, diesel, električna energija)	13,5 kn / L
Prosječno punjenje spremnika/baterije cijena	486 kn
Godišnje održavanje	1 750 - 2500 kn
Gume ( ljeta / zima ) komad	600 kn
Cijena vozila	136.675,38 kn
Tehnički pregled vozila	330 kn
Godišnja registracija	611 kn
Obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti	1.438,99 kn
Osiguranje automobilskog kaska	2.631,92 kn
Ukupni godišnji troškovi	7136 kn

### 3.2.2. VW Taigo

Volkswagen Taigo je novi model Volkswagena koji izašao 2021. godine koji je izrađen na MQB A0 platformi isto kao i Polo. Iako je Taigo veći automobil svojim dimenzijama kao i Polo spada u nisku klasu vozila, ali kvaliteta je vozila zadržana je kao i kod Volkswagen Pola. U ponudi su jednake razine opreme kao i kod Pola, a to su Life, Style i R-Line oprema. U prodaji nudi samo 3 benzinska motora od 95, 110 i 150 konjskih snaga. Iako Taigo je tek novi model koji nije dugo na tržištu, ali potražnja kod manjih flota vozila je velika zato što je pristupačan svojom cijenom i svojim dimenzijama. Za potrebe ove analize odabran je VW Taigo Life sa 1.0 TSI motorom od 95 konjskih snaga.



*Slika 3.2. VW Taigo Life [16]*

Cijena godišnjeg održavanja je ista kao i kod VW Pola iz razloga zato što dijele isti motor od 95 konjskih snaga. Međutim zbog svoje veličine VW Taigo ima nešto veću emisiju CO<sub>2</sub> nego VW Polo. Cijena VW Taiga iznosi 151.920,25 kuna što je više od cijene VW Pola. Cijena VW Taiga je veća iz razloga zato što njegova cijena bez obračunatog PDV-a i posebnog poreza na motorna vozila je veća te kada se doda PDV i poseban porez na motorna vozila cijena VW Taiga ispada veća. Glavne godišnje razlike u cijeni su kod godišnje registracije vozila i osiguranja automobilske kasko. Iz tog razloga ukupno godišnje održavanje iznosi 7670 kuna što je za 534 kune više nego VW Polo. [17]

*Tablica 3.2. Tablica podataka VW Taigo Life*

	<b>Taigo Life</b>
Vrsta motora	Benzin
Snaga motora	70 kW / 95 KS
Zapremina motora	999 ccm
Mjenjač	5-stupanjski ručni mjenjač
Emisija CO <sub>2</sub>	124 g/km
EU norma	Euro 6 AP
Prosječna potrošnja	5,5 - 5,8 L/100km
Spremnik goriva	40 L
Domet vozila	600 - 680 km
Cijena energenata (benzin, diesel, električna energija)	13,5 kn / L
Prosječno punjenje spremnika/baterije cijena	473 kn
Godišnje održavanje	1 750 - 2 500 kn
Gume ( ljetno / zima ) komad	750 kn
Cijena vozila	151.920,25 kn
Tehnički pregled vozila	330 kn
Godišnja registracija	851 kn
Obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti	1.438,99 kn
Osiguranje automobilske kasko	2.925,49 kn
Ukupni godišnje troškovi	7670 kn

### 3.2.3. VW Golf VIII

Osma generacija VW Golfa stigla je 2020. godine na tržište. VW Golf zbog svoje kvalitete i tradicije jedan je od najtraženijih modela automobila na našem tržištu. U ponudi su 3 razine opreme koje imaju jednako ime kao i VW Taigo i VW Polo, a to su Life, Style i R-Line. VW Golf VIII nudi nešto veću paletu motora nego VW Taigo i VW Polo. VW Golf VIII dolazi dolazi u ponudi sa 3 benziska motora od 110, 130 i 150 konjskih snaga, a također su u ponudi 2 dizelska motora od 115 i 150 konjskih snaga, te je dostupan u verziji s benziskim mild hybrid motorom od 150 konjskih snaga. Za potrebe ove analize odabrana je verzija sa dizelskim motorom od 115 konjskih snaga u Life opremi.



*Slika 3.3. VW Golf VIII Life [18]*

Općenito je poznato kako je održavanje automobila s dizelskim motorom nešto je veće nego kod automobila s benziskim motorom, pa takva situacija je i kod VW Golfa VIII. Iz tablice 3.3 može se primjetiti kako godišnje održavanje varira od 2 000 do 3 000 kune. Naravno kako bi VW Golf VIII zadovoljio EU 6 normu, VW Golf VIII ima selektivni redukcijski katalizator odnosno u automobil se nadolijeva tekućina Adblue kako bi se smanjila razina dušikovog oksida. S obzirom da se ovdje radi o motoru sa 1968 ccm sa 115 konjskih snaga prosječna potrošnja vozila je jako mala i zato mnoga poduzeća biraju ovu verziju motora zbog svoje ekonomične potrošnje goriva.

Mora se uzeti u obzir kako VW Golf VIII spada kompaktnu klasu automobila u odnosu na VW Taigo i VW Polo pa će iz tog razloga biti veća godišnja registracija automobila, obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti i osiguranje automobilskog kaska, a i time će ukupni godišnji trošak biti na VW Golf VIII biti 9800 kuna. [19]

*Tablica 3.3. Tablica podataka VW Golf VIII Life*

	<b>Golf VIII Life</b>
Vrsta motora	Diesel
Snaga motora	85 kW / 115 KS
Zapremina motora	1968 ccm
Mjenjač	6-stupanjski ručni mjenjač
Emisija CO <sub>2</sub>	110 g/km
EU norma	Euro 6 AP
Prosječna potrošnja	4,2 – 5,1 L/100km
Spremnik goriva	50 L
Domet vozila	800 – 850 km
Cijena energenata (benzin,diesel,električna energija)	16,11 kn / L
Prosječno punjenje spremnika/baterije cijena	677 kn
Godišnje održavanje	2 000 – 3 000 kn
Gume ( ljeta / zima ) komad	690 – 700 kn
Cijena vozila	211.179,96 kn
Tehnički pregled vozila	330 kn
Godišnja registracija	1.258 kn
Obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti	1.645,99 kn
Osiguranje automobilskog kaska	4.066,64 kn
Ukupni godišnji troškovi	9800 kn

### 3.2.4. VW ID.3

Ime Volkswagen ID.3 označava 3. industrijsku revoluciju u Volkswagenu odnosno predstavlja budućnost električnih vozila u Volkswagenu. Volkswagen ID.3 je prvi 100% električni Volkswagen koji je napravljen na MEB platformi koja je predviđena za proizvodnju Volkswagenovih električnih modela. ID.3 dolazi u 2 paketa opreme Life i Pro. U ponudi su 2 elektromotora snage od 107 kW i 150 kW. Kapacitet baterije iznosi 58 kWh s kojom će ID.3 imat doseg od 419 kilometara po WLTP-u. Podržava brzo punjenje do 100 kW na DC punjaču dok na AC punjaču podržava do 11 kW. Proizvođač preporuča održavanje razine napunjenosti baterije između 20 % i 80 % kako bi se očuvalo zdravlje baterije kao i izbjegavanje brzih punjača osim kada je to potrebno. Preporučeno je puniti na AC punjaču od 11 kW. Volkswagen daje garanciju 8 godina ili 160 000 kilometara na bateriju na sva električna vozila koje ima u ponudi. Za potrebe ove analize odabran je ID.3 Pro sa elektromotorom od 107 kW. [20]



*Slika 3.4. VW ID.3 Pro [21]*



Iz tablice 3.4. može se primjetiti kako su ukupni godišnji troškovi manji od troškova VW Taigo i VW Golf VIII, iako su troškovi veći nego kod VW Pola, ali treba se uzeti u obzir kako je VW ID.3 u kompaktnoj klasi vozila odnosno u klasi VW Golfa VIII. Iako VW ID.3 u početku i s poticajima košta više nego VW Taigo i VW Polo, ali dugoročno se to isplati u odnosu na godišnje održavanje vozila i na cijenu energenata koja u današnje vrijeme raste iz dana u dan. Domet VW ID.3 trenutno nije kao kod vozila na fosilna goriva, ali u budućnosti tehnologija će se razviti pa će pokriti i taj dio koji se možda čini problematičnim.

*Tablica 3.4. Tablica podataka VW ID.3 Pro*

	<b>ID.3 Pro</b>
Vrsta motora	Elektro
Snaga motora	70 kW / 95 KS
Zapremina motora	0 ccm
Mjenjač	AG1-automatski mjenjač
Emisija CO2	0 g/km
EU norma	EU AX
Prosječna potrošnja	15,5 kWh/100km
Kapacitet baterije	58 kWh
Domet vozila	419 km
Cijena energenata (benzin, diesel, električna energija)	2,49 / 1,45 kn/kWh
Prosječno punjenje spremnika/baterije cijena	118 kn / 69 kn
Godišnje održavanje vozila	850 kn
Gume ( ljeta / zima ) komad	900 kn
Cijena vozila ( s poticajima)	220.116,69 kn
Tehnički pregled vozila	330 kn
Godišnja registracija	722 kn
Obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti	1.438,99 kn
Osiguranje automobilske kaska	4.238,73 kn
Ukupni godišnji troškovi	7580 kn

### 3.3. Troškovi goriva i električne energije

Trošak goriva ili električne energije jedan je najvažnijih troškova na kojima mala poduzeća s malim flotama vozila žele smanjiti troškove što je više moguće, ali u isto vrijeme prijeći što više kilometara za manju cijenu. Za benzinsko gorivo u tablici 3.5 izabran je Eurosuper 95, zato što zadovoljava potrebe svih automobila koja su na benzin te unatoč svojom smanjenom oktanskom vrijednošću ne utječu zdravlje motora. Iako bi Eurosuper 100 benzinskom motoru dao bolje performanse benzinskom motoru, mnoga mala poduzeća odlučit će se za Eurosuper 95 zbog svoje cijene što im donosi dodatnu uštedu. Premium Eurodiesel gorivo izabrano je za ovu analizu zato što je znatno kvalitetnije gorivo nego običan eurodizel te pridonosi očuvanju dizelsku motora i znatno više kilometara se prijeđe. Jedna od prednosti premium eurodiesela je ta da ima manje šanse da se smrzne nego eurodiesel za vrijeme temperature koja pada ispod 0 °C te ujedno pridonosi kvalitetnijem radu motora. U tablicama 3.5, 3.6, 3.7,3.8 prikazan je godišnji trošak goriva ili električne energije prema planiranoj godišnjoj kilometraži te ovisno o prosjeku potrošnje goriva ili električne energije. Prosječni domet vozila izračunat je na količinu goriva ili električne energije koja se unese u spremnik goriva ili bateriju ovisno o prosjeku potrošnje. Izračuni prosječnog dometa vozila i godišnje cijene energenta prikazani su sljedećim formulama:

$$\text{Prosječni domet} = \frac{\text{količina unesenog energenta}}{\text{Prosječna potrošnja na 100 km}} \times 100$$

*Godišnja cijena energenta*

$$= \frac{\text{Planirana godišnja kilometraža}}{\text{Prosječni domet}} \times \text{Cijena unesenog energenta}$$

Za primjer godišnjeg troška energenata uzima se da automobil radi 20 000 kilometara godišnje te su uzete prosječne potrošnje prethodno opisanih vozila. Iz tablice 3.5 na godišnjoj razini cijena energenta je izrazito visoka. Kada bi pribrojili ovaj godišnji trošak na ukupan trošak o održavanju VW Golf VIII, VW Taigo i VW Polo može se primijetiti kako VW Golf VIII ispada skuplji već u prvoj godini nego VW ID.3.

*Tablica 3.5. Tablica potrošnje fosilnih goriva*

	Benzin Eurosuper 95	Diesel Premium
Cijena energenta	13,50 kn	16,11 kn
Količina unesenog energenta (L/kWh)	36 L	42 L
Cijena unesenog goriva/električne energije (kn)	486,00 kn	676,62 kn
Prosječna potrošnja na 100 km	5,8 L	5,5 L / 100 km
Prosječni domet (km)	621 km	764 km
Planirana godišnja kilometraža (km)	20000 km	20000 km
Godišnja cijena energenta (kn)	15.660,00 kn	17.721,00 kn

U tablici 3.6 nalaze se cijene električne energije više i niže tarife koje plaćaju pravne osobe po 1 kWh. Prosječan domet naravno varira jer električni automobil regenerativno koči i pretvara kinetičku energiju u električnu energiju i pohranjuje u bateriju, pa zato može i prijeći nekoliko kilometara više za istu cijenu. S većom godišnjom kilometražom i s duljim vremenskim posjedovanjem električni automobil sve više dolazi do izražaja njegova isplativost i ušteda.

*Tablica 3.6. Tablica punjenja električnog vozila na punjaču u sjedištu poduzeća*

	Električna energija VT	Električna energija NT
Cijena energenta ( s PDV-om)	2,49 kn	1,49 kn
Količina unesenog energenta (L/kWh)	45 kWh	45 kWh
Cijena unesenog goriva/električne energije (kn)	112,05 kn	67,05 kn
Prosječna potrošnja na 100 km	15,5 kWh/100 km	15,5 kWh/100 km
Prosječni domet (km)	290 km	290 km
Planirana godišnja kilometraža (km)	20000 km	20000 km
Godišnja cijena energenta (kn)	7.719,00 kn	4.619,00 kn

Tablice 3.7 i 3.8 prikazuju cijene punjenja na javnim Elen punionicama izvan autoceste. Dozvoljeno trajanje punjenja električnog automobila bez dodatne naplate na Elen punionicama snage do 22,1 kW je 180 minuta, međutim ako se prekorači dozvoljeno vrijeme tada se naplaćuje dodatno 0,50 kn/min. Dok je na Elen punionicama snage veće od 22,1 kW dozvoljeno punjenje električnog automobila 60 minuta, te se jednako naplaćuje prekoračenje dozvoljenog punjenja 0,50 kn/min. Prednost punjenja električnog automobila u sjedištu poduzeća je što će se vozilo puniti za jednaku cijenu bez obzira da li je punjač snage 11 kW, 22,1 kW ili 50 kW, ali to ovisi naravno koliko snage električne energije poduzeće ima zakupljeno.

Tablica 3.7. Tablica punjenja električnog vozila na punjaču snage do 22,1 kW izvan autoceste

	Električna energija VT Punjenje na priključcima nazivne snage do 22,1 kW	Električna energija NT Punjenje na priključcima nazivne snage do 22,1 kW
Cijena energenta (s PDV-om)	2,20 kn	1,80 kn
Količina unesenog energenta (L/kWh)	45 kWh	45 kWh
Cijena unesenog goriva/električne energije (kn)	99 kn	81 kn
Prosječna potrošnja na 100 km	15,5 kWh/100 km	15,5 kWh/100 km
Prosječni domet (km)	290 km	290 km
Planirana godišnja kilometraža (km)	20000 km	20000 km
Godišnja cijena energenta (kn)	6.820,00 kn	5.580,00 kn

Tablica 3.8. Tablica punjenja električnog vozila na punjaču iznad snage 22,1 kw izvan autoceste

	Električna energija VT Punjenje na priključcima nazivne snage od 22,2 kW do 50 kW	Električna energija NT Punjenje na priključcima nazivne snage od 22,2 kW do 50 kW
Cijena energenta (s PDV-om)	2,95 kn	2,55 kn
Količina unesenog energenta (L/kWh)	45 kWh	45 kWh
Cijena unesenog goriva/električne energije (kn)	132,75 kn	114,75 kn
Prosječna potrošnja na 100 km	15,5 kWh/100 km	15,5 kWh/100 km
Prosječni domet (km)	290 km	290 km
Planirana godišnja kilometraža (km)	20000 km	20000 km
Godišnja cijena energenta (kn)	9.145,00 kn	7.905,00 kn

Punjenje električnog vozila na autocesti znatno je skuplje u odnosu kada se puni izvan autoceste ili u sjedištu poduzeća. Iz tablice 3.9 može se primijetiti kako je i prekoračenje dozvoljenog trajanja punjenja skuplje za 0,50 kn. Međutim bez obzira na skuplje punjenje električnog vozila na autocestama u odnosu na cijenu punjenja izvan autoceste i dalje je znatno jeftinije i isplativije nego fosilna goriva.

*Tablica 3.9. Tablica punjenja električnog vozila na autocesti [22]*

Tip punjenja	Punjenje na priključcima nazivne snage do 22,1 kW	Punjenja na priključcima nazivne snage od 22,2 kW do 50 kW	Punjenja na priključcima nazivne snage iznad 50 kW
Cijena za kWh u razdoblju više tarife (s PDV-om)	2,70 kn	3,50 kn	4,95 kn
Cijena za kWh u razdoblju niže tarife (s PDV-om)	2,31 kn	2,90 kn	4,45 kn
Dozvoljeno trajanje punjenja	180 min	60 min	45 min
Prekoračenje dozvoljenog trajanja punjenja	1 kn/min	1 kn/min	1 kn/min

## **4. PRIKAZ STRATEGIJE NA MANJOJ FLOTI VOZILA I FOOTPRINT VOZNOG PARKA**

U ovom poglavlju prikazat će se iznos dugoročnih troškova vozila na pojedinačnoj razini vozila na fosilna goriva i na električnu energiju nakon određenog vremenskog perioda i kilometraže te će se prikazati i footprint vozila.

### **4.1. Strategija uvođenja**

Većina poduzeća neovisno o njihovoj veličini pri kupnji novih vozila za obnovu svog voznog parka odlučuju se na financijski leasing najčešće na 5 godina i u tih 5 godina maksimalno vozilo smije prijeći 150 000 kilometara. Servisni interval ovisi kako je dogovoreno u sklopljenom ugovoru između poduzeća i poduzeća. Za ovaj primjer uzet je financijski leasing na 5 godina i u tih 5 godina maksimalno vozilo smije prijeći 150 000 kilometara što znači 30 000 kilometara godišnje. Servisni interval je godinu dana ili 30 000 kilometara. Podatci u tablicama 4.1 , 4.2, 4.3 i 4.4 uzeti su iz prethodnog poglavlja. Cijena vozila na leasing je nešto veća nego cijena za gotovinu iz razloga zato što se moraju pokriti troškovi leasinga i ovisno naravno o kamatnoj stopi. U prosjeku vozilo je skuplje za nekih 20 000 kuna neovisno modelu. Pri konačnom računanju ovo uvećanje od 20 000 kuna za izračun se neće uzimati jer ne utječe na troškove ni na jednom modelu automobila koja su uzeta za primjer.

U tablicama 4.1 i 4.2 prikazani su troškovi VW Polo Life i VW Taigo Life. Njihovo održavanje jednakog je iznosa jer imaju isti motor. U 5 godina održavanja uračunato je da će servis 2 puta u tih 5 godina iznositi 1750 kuna što znači da će se na tom servisu izvršiti samo zamjena ulja u motoru i filtera ulja, te će se izvršiti 2 proširena servisa koja uključuju izmjenu ulja u motoru i promjenu filtera ulja, filtera zraka i filtera peludi s približnim iznosom od 2125 kuna. Najskuplji servis iznosi 2500 kuna koji uključuje izmjenu filtera ulja, goriva, peludi i zraka. Međutim, pošto se radi o benzinskom motoru, također će biti 2 puta potrebna zamjena svjećica koja iznosi 1500 kuna, dakle 3000 kuna. U 5 godina potroši se još minimalno 3 seta guma. Trošak goriva nakon 5 godina izračunat je na 150 000 kilometara te s prosječnom potrošnjom goriva od 6 L/100 km. Ova dva automobila nakon 5 godina imaju malu razliku u troškovima, ali zato je VW Taigo skuplji cjenovno te s 5 godina troškova i njegovom cijenom na vozilo se potroši 321 830 tisuća kuna, dok za VW Polo to iznosi 302 035 tisuća kuna.

*Tablica 4.1. Tablica troškova VW Polo Life nakon 5 godina*

Polo Life	Troškovi nakon 5 godina
Održavanje	13.250 kn
Gume ( ljeta / zima )	7.200 kn
Registracija	3.055 kn
Obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti	7.195,00 kn
Potrošnja goriva	121.500,00 kn
Osiguranje automobilske kaska	13.159,60 kn
Ukupno:	165.360 kn

*Tablica 4.2. Tablica troškova VW Taigo Life nakon 5 godina*

Taigo Life	Troškovi nakon 5 godina
Održavanje	13.250 kn
Gume ( ljeta / zima )	9.000 kn
Registracija	4.255 kn
Obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti	7.195,00 kn
Potrošnja goriva	121.500,00 kn
Osiguranje automobilske kaska	14.630,00 kn
Ukupno:	169.830 kn

U tablici 4.3 troškovi VW Golf VIII Life znatno su veći nego kod VW Taigo i VW Polo. Kao i kod prethodna 2 vozila u 5 godina održavanja vozila 2 puta će servis iznositi 2000 kuna sa zamjenom ulja u motoru i filterom ulja, te će 2 puta prošireni servis sa zamjenom ulja u motoru, filtera ulja, filtera zraka i filtera peludi iznositi približno 2500 kuna. Najskuplji servis sa zamjenom sva 4 filtera i ulja u motoru iznositi će 3000 kuna. Za 3 seta guma bit će potrebno izdvojiti 8400 kuna. Registracija, obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti i osiguranje automobilskog kaska znatno je veće jer Golf VIII spada višu klasu automobila. Cijena potrošenog goriva izračunata je tako da prosječna potrošnja vozila na 150 000 kilometara iznosi 5.5 L/100 km. Ukupni troškovi s cijenom vozila na početku nakon 5 godina iznosi 399 337 tisuća kuna.

*Tablica 4.3. Tablica troškova VW Golf VIII Life nakon 5 godina*

Golf VIII Life	Troškovi nakon 5 godina
Održavanje	12.000 kn
Gume ( ljeta / zima )	8.400 kn
Registracija	6.290 kn
Obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti	8.230,00 kn
Osiguranje automobilskog kaska	20.330,00 kn
Potrošnja goriva	132.907,00 kn
Ukupno:	188.157 kn



Tablica 4.4 prikazuje troškove VW ID.3 Pro nakon 5 godina koji su najniži od svih navedenih automobila. Cijena održavanja u usporedbi s tri prethodna automobila je najniža. Jedina stavka koja je skuplja od ostalih je cijena gume po komadu i kada se uzmu 3 seta guma cijena troška na gume iznosi 10 800 kuna. Osiguranje automobilske kaska je trenutno cjenovno dosta visoko, ali zato obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti je na razini VW Pola i VW Taiga. Cijena troškova na električnu energiju izračunata je tako da vozilo ima potrošnju električne energije od 15,5 kWh/km na 150 000 kilometara. U ovom izračunu uzeto je da se električno vozilo punilo na punjaču sjedištu poduzeća, gdje je ovom slučaju 75 000 kilometara napravljeno na višoj tarifi od 2 kune i 49 lipa, a dok drugi dio kilometraže je napravljen po nižoj tarifi od 1 kune i 49 lipa. Ukupna cijena vozila s troškovima nakon 5 godina iznosi 313 428 tisuća kuna.

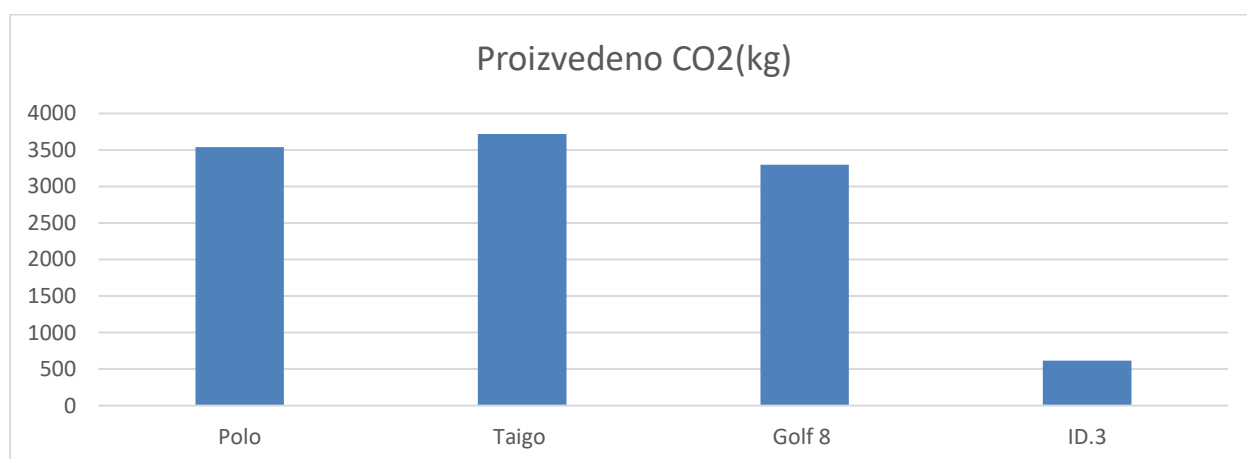
*Tablica 4.4. Tablica troškova VW ID.3 Pro nakon 5 godina*

ID.3 Pro	Troškovi nakon 5 godina
Održavanje	4.250 kn
Gume ( ljeta / zima )	10.800 kn
Registracija	3.610 kn
Obavezno osiguranje od automobilske odgovornosti	7.195,00 kn
Potrošnja električne energije	46.267,00 kn
Osiguranje automobilske kaska	21.190,00 kn
Ukupno:	93.312 kn

Poduzeća koja imaju flotu vozila neovisno o veličini najviše se financijski isplati električni automobil, zbog svojih malih troškova nakon 5 godina. Ako poduzeće cilja pri svakoj kupnji novog vozila na električno vozilo te uz još i na poticaje, tada će im električni automobil isplatiti u tih 5 godina, ali i kasnije jer su troškovi održavanja mali, a i cijena energenta je jako mala kad usporedimo sa cijenom dizela i benzina. Ako pri kupnji novih vozila tvrtka ne uspije iskoristiti puni iznos poticaja u toj godini, a potrebna su im vozila tada se definitivno isplati uzeti u ovom konkretnom slučaju VW Polo Life jer će najmanje koštati te je cijenom troškova najisplativiji od navedena 3 automobila na fosilna goriva.

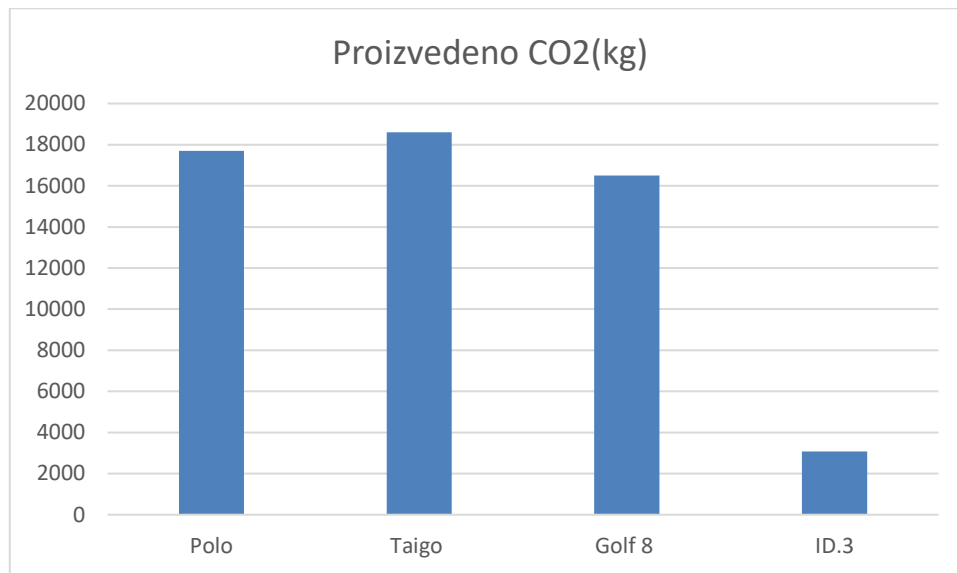
## 4.2. Zeleni otisak voznog parka

Kod vozila na fosilna goriva proizvedena količina emisije CO<sub>2</sub> računa se tako da se pomnoži kataloška vrijednost emisije CO<sub>2</sub> koju vozilo proizvede g/km s prijeđenom kilometražom. Električno vozilo ne ispušta direktno emisiju CO<sub>2</sub> u atmosferu, ali se njegova emisija CO<sub>2</sub> računa tako da se pomnoži prosječna potrošnja električne energije kWh/100km sa specifičnim faktorom emisije CO<sub>2</sub> kg/kWh. Specifični faktor emisije CO<sub>2</sub> po kWh potrošene ili proizvedene energije varira iz godine u godinu, a to ovisi hidrometeorološkoj situaciji i proizvodnji električne energije iz hidroelektrana, proizvodnji električne energije iz ostalih obnovljivih izvora energije, uvozu električne energije, dobavi električne energije NE Krško, gubicima u prijenosu i distribuciji i strukturi fosilnih goriva korištenih u termoelektranama, javnim i industrijskim toplanama. Specifični faktor emisije CO<sub>2</sub> za Republiku Hrvatsku od 2015.godine do 2020.godine po potrošenoj električnoj energiji u Hrvatskoj iznosi u prosjeku 132 g/kWh. [23]



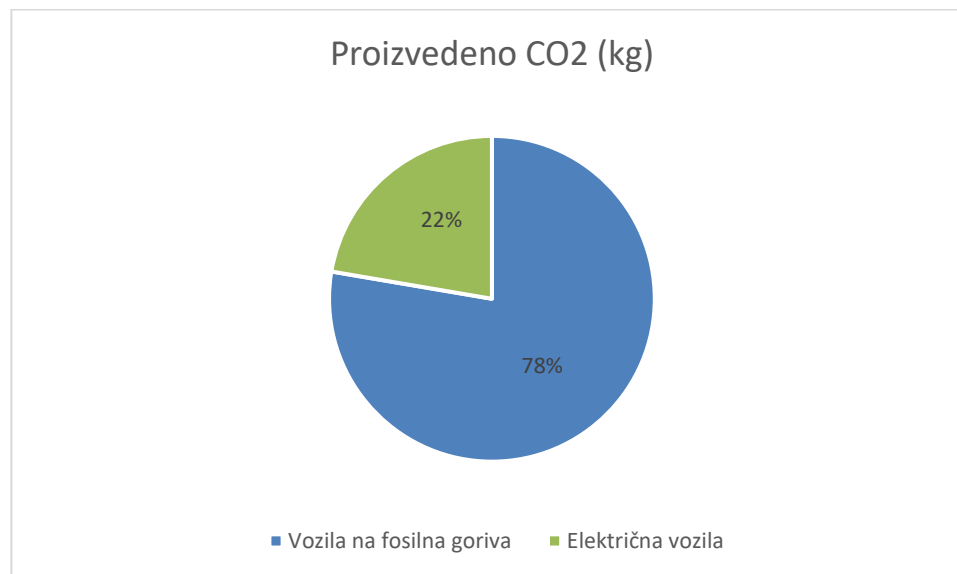
*Slika 4.1. Prikaz proizvedenog CO<sub>2</sub> nakon 30 000 kilometara prijeđenog puta*

Slika 4.1. prikazuje proizvedenu emisiju CO<sub>2</sub> svakog vozila na pojedinačnoj razini nakon 30 000 kilometara koju vozilo prijeđe. Može se zaključiti kako ID.3 nakon 30 000 kilometara prijeđenog puta proizvede do 5 puta manje emisije CO<sub>2</sub> nego Golf VIII i čak do 6 puta manje nego Taigo i Polo.



*Slika 4.2. Prikaz proizvedenog CO<sub>2</sub> nakon 150 000 kilometara prijeđenog puta*

Sa slike 4.2 kada se uspoređi proizvedena emisija CO<sub>2</sub> VW ID.3 nakon 150 000 kilometara i proizvedena emisija VW Pola, VW Taiga i VW Golfa VIII nakon 30 000 kilometara tek nakon 150 000 kilometara VW ID.3 proizvede približnu količinu emisije CO<sub>2</sub> koji proizvede VW Golf VIII, ali znatno manje nego VW Polo i VW Taigo.



*Slika 4.3. Prikaz proizvedenog CO<sub>2</sub> flote vozila nakon 30 000 kilometara prijeđenog puta*

Grafički prikaz sa slike 4.3. prikazuje zamišljenu flotu vozila koja se sastoji od 15 komada VW Polo, 10 komada VW Taigo, 5 komada VW Golf VIII i 50 komada VW ID.3. U ovom slučaju električni automobil VW ID.3 proizvede 22% emisije CO<sub>2</sub> u zamišljenoj floti vozila s obzirom da ih ima za 20 automobila više nego vozila koja su na fosilna goriva.

## 5. ZAKLJUČAK

Većina manjih poduzeća u Hrvatskoj i dalje biraju vozila s unutarnjim izgaranjem, međutim ovim završnim radom dokazuje se koliko je električni automobil financijski isplativ i ekološki prihvatljiviji. Neovisno o marki vozila, električni automobil ispada jeftiniji nakon par godina čak i od vozila niže klase koje je na fosilno gorivo. Gotovo sva poduzeća po isteku leasinga nakon 5 godina rješavaju se vozila te ih mijenjaju za nova vozila, ali kod električnog automobila nema potrebe za promjenom jer što se više kilometara prijeđe i sačuva vlasništvu donosi znatnu uštedu. Prednost električnog vozila je ta što nema baš nekog pretjeranog održavanja nakon određenih godina starosti, a glavni poticaj za kupnju je cijena električne energije koja je vrlo mala naspram cijena goriva u današnje vrijeme. Domet električnih vozila koji su u istom cjenovnom rangu kao vozila na fosilna goriva trenutno je manji, što je trenutno jedna od stvari koju tvrtke zamjeraju. Tehnologija elektromotora i baterija razvija se svakim danom, te će vrijeme pokazati koliko je zapravo električni automobil povoljniji od vozila na fosilno gorivo. Državni poticaji su jedna od stavki koje ne treba izostaviti jer s manjom cijenom od 70 000 kuna po električnom vozilu je velika ušteda, te su čak u nekim slučajevima električni automobili jeftiniji već u početku nego vozila na fosilna goriva. Električna vozila zasad možda u nekim svojstvima ne mogu parirati vozilima na fosilna goriva kao što je domet vozila, ali s obzirom na napredovanje tehnologije u današnje vrijeme bez sumnje se može reći kako je električni automobil budućnost.

## 6. LITERATURA

- [1] „ Dekarbonizacija “, <https://www.renovablesverdes.com/hr/descarbonizacion/> , s interneta, pristupljeno 3.6.2022
- [2] „Pariški sporazum o klimatskim promjenama“, s interneta, <https://www.consilium.europa.eu/hr/policies/climate-change/paris-agreement/>, pristupljeno 3.6.2022
- [3] „ Way to Zero: Volkswagen presents roadmap for climate-neutral mobility“ , s interneta, <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/way-to-zero-volkswagen-presents-roadmap-for-climate-neutral-mobility-7081>, pristupljeno 3.6.2022
- [4] „European emission standards“, s interneta [https://en.wikipedia.org/wiki/European\\_emission\\_standards](https://en.wikipedia.org/wiki/European_emission_standards) , pristupljeno 3.6. 2022
- [5] „ Kojeg emisijskog standarda je moje vozilo? “, s interneta [What emissions standard is my vehicle? \(urbanaccessregulations.eu\)](http://urbanaccessregulations.eu), pristupljeno 3.6.2022
- [6] „ Euro 1 to Euro 6 guide – find out your vehicle's emissions standard“, s interneta, <https://www.rac.co.uk/drive/advice/emissions/euro-emissions-standards/> , pristupljeno 3.6.2022
- [7] W.Addy Majewski, „What are Diesel emissions ?“ , s interneta , [https://dieselnet.com/tech/emi\\_intro.php](https://dieselnet.com/tech/emi_intro.php) , pristupljeno 3.6. 2022
- [8] A. Dedović, „SCR TEHNOLOGIJA I ADBLUE KAO NJEN GLAVNI ČIMBENIK“, s interneta, <http://www.odrzavanje.unze.ba/zbornici/2016/017-O16-010.pdf> , pristupljeno 4.6.2022
- [9] „ Što je AdBlue i čemu služi na kamionima?“, s interneta , [Što je AdBlue i čemu služi u kamionima? - HercTruck](http://www.herc-truck.com/hr/što-je-adblue-i-čemu-služi-u-kamionima/), pristupljeno 4.6.2022
- [10] „Petrol engine and emissions system technology“, s interneta, [engine\\_and\\_emissions\\_infographic.pdf \(fcai.com.au\)](http://www.fca.com.au/engine_and_emissions_infographic.pdf), pristupljeno 4.6.2022
- [11] „Typical exhaust emissions from gasoline and diesel engines“, s interneta, [Typical exhaust emissions from gasoline and diesel engines | Download Table \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/312511111), pristupljeno 4.6.2022

- [12] „Električni automobili“, s interneta, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni\\_automobil](https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni_automobil) , pristupljeno 4.6.2022
- [13] „Sufinanciranje nabave energetski učinkovitijih vozila“, s interneta, <https://www.fzoeu.hr/hr/sufinanciranje-nabave-energetski-ucinkovitijih-vozila/7713> , pristupljeno 15.6.2022
- [14] Slika preuzeta sa VW konfiguratora, s interneta, <https://isporuka-odmah.vw.hr/d-11372/car/V-2021-0571837-HR> , pristupljeno 17.6.2022
- [15] Ponuda o VW Polo, zaprimljena od ovlaštenog VW trgovca , 12.06.2022
- [16] „Volkswagen Taigo – Backt to Basics“, s interneta, <https://www.ruetir.com/2022/01/15/volkswagen-taigo-back-to-basics/> , pristupljeno 17.6.2022
- [17] Ponuda o VW Taigo, zaprimljena od ovlaštenog VW trgovca , 12.06.2022
- [18] „Basic Golf 8 looks great“, s interneta, <https://www.cars.co.za/motoring-news/basic-golf-8-looks-great/21185/> , pristupljeno 17.6.2022
- [19] Ponuda o VW Golf VIII Life, ponuda zaprimljena od ovlaštenog VW trgovca, 12.6.2022
- [20] Ponuda o VW ID.3 Pro, ponuda zaprimljena od ovlaštenog VW trgovca , 12.6.2022
- [21] I. Cvetković, „ Novo u Hrvatskoj – ID.3 donosi električnu mobilnost na Volkswagenov način“, s interneta, <https://www.autonet.hr teme/predstavljamo/id-3-donosi-elektricnu-mobilnost-na-volkswagenov-nacin/> , pristupljeno 20.6.2022
- [22] „Cjenik usluge punjenja električnih vozila“, s interneta, [https://elen.hep.hr/UserDocsImages/docs/elen\\_Cjenik\\_usluge\\_punjenja\\_elektricnih\\_vozila.pdf](https://elen.hep.hr/UserDocsImages/docs/elen_Cjenik_usluge_punjenja_elektricnih_vozila.pdf) , pristupljeno 22.6.2022
- [23] Dr.sc. Branko Vuk i dr. , „ 2020. energija u Hrvatskoj godišnji pregled“, s interneta, [https://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2022/01/Velika\\_EIHP\\_Energija\\_2020.pdf](https://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2022/01/Velika_EIHP_Energija_2020.pdf) , pristupljeno 28.6.2022

## 7. DODACI

### Popis tablica

Tablica 3.1. Tablica podataka VW Polo Life.....	12
Tablica 3.2. Tablica podataka VW Taigo Life.....	14
Tablica 3.3. Tablica podataka VW Golf VIII Life.....	16
Tablica 3.4. Tablica podataka VW ID.3 Pro.....	18
Tablica 3.5. Tablica potrošnje fosilnih goriva.....	20
Tablica 3.6. Tablica punjenja električnog vozila na punjaču u sjedištu poduzeća.....	20
Tablica 3.7. Tablica punjenja električnog vozila na punjaču snage do 22,1 kW izvan autoceste	21
Tablica 3.8. Tablica punjenja električnog vozila na punjaču iznad snage 22,1 kw izvan autoceste .....	21
Tablica 3.9. Tablica punjenja električnog vozila na autocesti [22].....	22
Tablica 4.1. Tablica troškova VW Polo Life nakon 5 godina.....	24
Tablica 4.2. Tablica troškova VW Taigo Life nakon 5 godina.....	24
Tablica 4.3. Tablica troškova VW Golf VIII Life nakon 5 godina.....	25
Tablica 4.4. Tablica troškova VW ID.3 Pro nakon 5 godina.....	26

### Popis slika

Slika 2.1 Tablica EU normi [5].....	3
Slika 2.2. Ispušni plinovi dizelskog motora [7].....	4
Slika 2.3. Selektivna katalitička redukcija kod dizelskog motora [9].....	5
Slika 2.4. Prikaz ubrizgavanja goriva MPFI i DI [10].....	6
Slika 2.5. Karakterističan prikaz ispušnih plinova dizelskih i benzinskih motora [11].....	7
Slika 3.1. Volkswagen Polo Life [14].....	11
Slika 3.2. VW Taigo Life [16].....	13
Slika 3.3. VW Golf VIII Life [18].....	15
Slika 3.4. VW ID.3 Pro [21].....	17
Slika 4.1. Prikaz proizvedenog CO <sub>2</sub> nakon 30 000 kilometara prijeđenog puta.....	27
Slika 4.2. Prikaz proizvedenog CO <sub>2</sub> nakon 150 000 kilometara prijeđenog puta.....	28
Slika 4.3. Prikaz proizvedenog CO <sub>2</sub> flote vozila nakon 30 000 kilometara prijeđenog puta.....	28

## 8. SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI

U ovom završnom radu prikazana je strategija dekarbonizacije na manjoj floti vozila koja sadrže manja poduzeća. Također, prikazane su štetne čestice koje ispuštaju vozila na fosilna goriva. U radu je također prikazan i ugljični otisak pojedinačnog vozila i flote vozila na okoliš. U radu je električni automobil prikazan kao rješenje za zamjenu vozila na fosilno gorivo pri budućoj kupnji novog vozila za potrebe poduzeća.

**Ključne riječi:** električni automobil, ugljični otisak, dekarbonizacija, flota vozila

## 9. SUMMARY AND KEY WORDS

In this final paper the decarbonisation strategy is showed on a smaller fleet of vehicles which smaller companies contain. Also, harmful particles emitted by fossil fuel vehicles are shown. The paper also shows the carbon footprint, of an individual vehicle and a fleet of vehicles on the environment. The paper presents an electric car as a solution for replacing a vehicle with fossil fuel in the future purchase of a new vehicle for the needs of the company.

**Key words:** electric vehicle, carbon footprint, decarbonisation, fleet of vehicles