

Materijali za izradu nosive konstrukcije suvremenih električnih automobila

Gospočić, Tin

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:845494>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-23**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Tin Gospočić

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Irena Žmak

Student:

Tin Gospočić

Zagreb, 2021.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem mentorici prof. dr. sc. Ireni Žmak. Zahvaljujem svima koji su mi omogućili proučavanje ovog znanstvenog područja i na pruženim savjetima.

Također zahvaljujem majci i bratu na podršci i potpori tijekom cijelog studija.

Tin Gospočić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 - 04 / 21 - 6 / 1	
Ur.broj: 15 - 1703 - 21 -	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Tin Gospočić** Mat. br.: 0035215837

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Materijali za izradu nosive konstrukcije suvremenih električnih automobila**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Materials used in modern electric car chassis**

Opis zadatka:

Ciljevi održivog razvoja (engl. *Sustainable development goals*, SDG) Ujedinjenih naroda objedinjuju viziju budućeg globalnog društva temeljenog na načelima održivosti. 17 ciljeva i 169 podciljeva SDG-a uključuje ekološku, ekonomsku i društvenu dimenziju održivosti. Cilj broj 7 naziva je Pristupačna i čista energija i orijentiran je na osiguranje pristupa pouzdanoj, održivoj i suvremenoj energiji po pristupačnim cijenama za sve. Električna vozila postaju sve popularnija i konkurentnija opcija za čišći mjesni transport, tj. za smanjenje lokalnih emisija vozila. Kada električna vozila koriste električnu energiju dobivenu iz obnovljivih izvora, ona nude značajne mogućnosti i za smanjenje globalnih emisija zagađivača.

U ovom završnom radu potrebno je proučiti kronološki razvoj i buduće smjernice razvoja električnih vozila na primjeru američkog proizvođača Tesla: koji su materijali kroz vrijeme korišteni za izradu nosive konstrukcije različitih modela električnih automobila ovog proizvođača i zašto, koji su se problemi pritom javljali, kako se mijenjala cijena takvih vozila, kako se s vremenom mijenjala vrijednost tvrtke Tesla te kolika je približna potražnja, odnosno prodaja električnih vozila ove tvrtke na različitim tržištima. Pri istraživanju u okviru završnog rada potrebno je koristiti napredne znanstvene i stručne literaturne izvore.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

30. studenoga 2020.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Irena Žmak

Datum predaje rada:

1. rok: 18. veljače 2021.

2. rok (izvanredni): 5. srpnja 2021.

3. rok: 23. rujna 2021.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 22.2. – 26.2.2021.

2. rok (izvanredni): 9.7.2021.

3. rok: 27.9. – 1.10.2021.

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Branko Bauer

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	III
POPIS KRATICA	IV
SAŽETAK.....	V
SUMMARY	VI
1. UVOD.....	1
1.1. Ciljevi održivog razvoja.....	1
1.2. Pristupačna i čista energija.....	2
2. Onečišćenja zraka i energetska učinkovitija vozila.....	3
2.1 Staklenički plinovi.....	3
2.1.1. Ugljikov dioksid – CO ₂	4
2.1.2. Metan – CH ₄	5
2.1.3. Dušikov oksid – N ₂ O	5
2.1.4. Fluorirani plinovi: dušikov trifluorid, sumporov heksafluorid i sl.	5
2.2. Najveći uzročnici emitiranja stakleničkih plinova.....	7
2.2.1. Prijevoz	7
2.2.2. Proizvodnja električne energije.....	8
2.2.3. Industrija	8
2.2.4. Trgovački i stambeni objekti	8
2.2.5. Poljoprivreda.....	9
2.3. Zagađenost zraka.....	10
2.3.1. Zagađenost zraka u Europskoj uniji.....	10
2.3.2. Zagađenost zraka u Hrvatskoj.....	13
2.3.3. Zagađenost zraka u svijetu.....	15
2.4. Električni automobili.....	18
2.4.1. Prodaja električnih automobila	18
2.4.2. Poticaji pri kupnji električnih vozila.....	20
2.4.2.1. Poticaji pri kupnji električnih vozila u Norveškoj	20
2.4.2.2. Poticaji pri kupnji električnih vozila u Hrvatskoj	22
3. Tvrtka Tesla.....	23
3.1. Vrijednost i poslovni model tvrtke Tesla	24
3.1.1. Poslovni model tvrtke Tesla.....	24
3.1.2. Vrijednost tvrtke Tesla.....	26
3.2. Teslini automobili	27
3.2.1. Tesla Roadster.....	28
3.2.2. Tesla Model S i Tesla Model X	30
3.2.3. Tesla Model 3 i Tesla Model Y	35
3.2.4. Najavljeni Teslini modeli.....	39
3.2.4.1. Tesla Roadster druge generacije	39
3.2.4.2. Tesla Cybertruck.....	40
3.2.4.3. Električni kamion Tesla Semi.....	41

4. ZAKLJUČAK.....	43
LITERATURA.....	44
PRILOZI.....	47

POPIS SLIKA

Slika 1.	Tri glavne sastavnice Ciljeva održivog razvoja [1]	1
Slika 2.	Cilj održivog razvoja: Pristupačna i čista energija [2]	2
Slika 3.	Cilj održivog razvoja: Odgovor na klimatske promjene [2].....	2
Slika 4.	Sastav emitiranih stakleničkih plinova u atmosferi u 2018. [3]	3
Slika 5.	Emitiranje ugljikovog dioksida u SAD-u u atmosferu od 1990. do 2018. [3]	4
Slika 6.	Emitiranje fluoriranih plinova u SAD-u u atmosferu od 1990. do 2018. [3]	6
Slika 7.	Distribucija emisija stakleničkih plinova u prijevoznom sektoru [4].....	7
Slika 8.	Uzroci stakleničkih plinova po ekonomskim sektorima u SAD-u u 2018. [3]	10
Slika 9.	Broj preranih smrti uzrokovanih zagađenosti zraka na 100 000 stanovnika za zemlje Europske unije u 2015. [6].....	11
Slika 10.	Zagađenost zraka po količini PM10 za pojedine države EU i dozvoljene vrijednosti prema SZO i EU [6]	12
Slika 11.	Broj preranih smrti na milijun stanovnika zbog PM2,5 u Europskoj uniji [6].....	12
Slika 12.	Zagađenje zraka česticama u Zagrebu 27. ožujka 2020. [8]	15
Slika 13.	20 najzagađenijih svjetskih gradova s PM2,5 [10].....	17
Slika 14.	Prodaja potpuno električnih i hibridnih vozila za 2020. godinu po regijama svijeta [11]	18
Slika 15.	Količina prodanih potpuno električnih i hibridnih vozila po državama od 2010. do 2020. [11]	19
Slika 16.	Ukupna cijena i različite pristojbe za benzinski i električni Volkswagen Golf u Norveškoj u 2017. godini [12]	21
Slika 17.	Teslina trgovina u Torontu, Kanada [16]	25
Slika 18.	Burzovna vrijednost tvrtke Tesla s obzirom na ostale proizvođače električnih automobila na dan 31. 12. 2020. [18].....	27
Slika 19.	Teslin broj proizvedenih i prodanih automobila u četvrtom kvartalu 2020. i ukupno u 2020. [19]	28
Slika 20.	Tesla Roadster [20]	29
Slika 21.	Konstrukcija donje strane prtljažnika u Tesla Roadsteru od ugljičnih vlakana [21]	30
Slika 22.	Tesla Model X Plaid iz 2021. [22]	31
Slika 23.	Tesla Model S Plaid iz 2021. [22]	32
Slika 24.	Šasija Tesle Modela S [22].....	32
Slika 25.	Teslini punjači za Europu i Sjevernu Ameriku [23].....	34
Slika 26.	Teslini punjači u Hrvatskoj [23].....	34
Slika 27.	Tesla Model 3 specifikacije za različite opcije u 2021. [24]	36
Slika 28.	Promjena vrijednosti automobila nakon tri godine za konkurente Modela 3 [25]	37
Slika 29.	Broj prodanih potpuno električnih automobila u svijetu u 2020. [26]	38
Slika 30.	Tesla Model Y (lijevo) i Model 3 (sredina) prilikom punjenja na punjaču [27]....	39
Slika 31.	Najavljeni Tesla Roadster druge generacije [28]	40
Slika 32.	Najavljeni kamionet Tesla Cybertruck [29]	41
Slika 33.	Teslin električni kamion Semi [30]	42

POPIS KRATICA

Kratika	Opis
EU	<i>Europska unija, engl. European Union, EU</i>
SAD	<i>Sjedinjene Američke Države</i>
SZO	<i>Svjetska zdravstvena organizacija, engl. World Health Organization, WHO</i>
UN	<i>Ujedinjeni narodi</i>

SAŽETAK

U ovome završnom radu ukazuje se na problem ekološkog zagađenja našeg planeta. Ciljevi održivog razvoja je projekt Ujedinjenih naroda kojim se potiče na globalnu suradnju u rješavanju gospodarskih, ekoloških i društvenih problema. Staklenički plinovi, najvećim udjelom ugljikov dioksid, veliki su problem zbog njihovog štetnog efekta na klimu, tj. poticanje globalnog zatopljenja. Ugljikov dioksid najčešće se emitira iz izgaranja fosilnih goriva prilikom prijevoza, proizvodnje električne energije, zagrijavanja prostora i sl. Globalno je prepoznata prednost korištenja električnih automobila koji bi značajno mogli pridonijeti smanjenju emitiranja stakleničkih plinova. Tvrtka Tesla je trenutno najveći svjetski proizvođač potpuno električnih automobila. U radu je prikazan njihovog model poslovanja, razvoj materijala u šasiji automobila te globalnom širenju i poticanju ljudi na korištenje obnovljivih izvora energije.

Ključne riječi: Ciljevi održivog razvoja, staklenički plinovi, električni automobili, tvrtka Tesla

SUMMARY

This Bachelor thesis points out the problem of ecological pollution of our planet. The Sustainable Development Goals (SDG) is a United Nations' project that encourages global cooperation in solving economic, environmental and social problems. Greenhouse gases, with the largest share of carbon dioxide, are a big problem due to their harmful effect on climate change, i.e. stimulating global warming. Carbon dioxide is most often emitted from the combustion of fossil fuels during transportation, electricity production, space heating, etc. Advantages of electric cars which could significantly contribute to reducing greenhouse gas emissions are globally recognized. Tesla, Inc. is currently the world's largest manufacturer of fully electric cars. The thesis studies Tesla's business model, the development of materials in the car chassis and the global expansion and encouragement of people to use renewable energy sources.

Key words: Sustainable development goals, SDG, greenhouse gases, electric cars, Tesla company

1. UVOD

Krajem prošloga stoljeća razvija se globalna svijest o brizi za naš planet, potreba za gospodarskom i društvenom jednakosti. Globalni održivi razvoj dobiva na važnosti u Europskoj uniji pa tako i u ostatku svijeta.

1.1. Ciljevi održivog razvoja

Ujedinjeni narodi (UN) razvijaju geopolitički projekt Milenijski razvojni ciljevi koji se odvijao u razdoblju od 2000. do 2015. godine. Smjernice ovog projekta bile su orijentirane na države u razvoju. Novi projekt UN-a odvija se pod nazivom Ciljevi održivog razvoja (engl. *Sustainable development goals*, SDG). Program je usvojen na Općoj skupštini Ujedinjenih naroda 25. rujna 2015. godine te se od svih 193 zemalja članica UN-a očekuje prilagodba ciljevima zadanog programa koji se temelji na 17 ciljeva, 169 podciljeva te 232 pokazatelja. Ciljevi održivog razvoja će trajati do 2030. godine, a cilj je suradnja i partnerstvo različitih sektora društva te iz toga postizanje društvene, gospodarske i ekološke održivosti [Slika 1]. [1]



Slika 1. Tri glavne sastavnice Ciljeva održivog razvoja [1]

1.2. Pristupačna i čista energija

Cilj 7. iz programa Ciljeva održivog razvoja naziva je Pristupačna i čista energija [Slika 2]. Ovaj cilj se fokusira na dostupnost električne energije svakome te težnji prijelazu na obnovljive izvore energije. Takav pristup obnovljivim izvorima energije možemo ostvariti na načine koji su dugoročno ekonomski najisplativiji te najmanje štetni za naš okoliš. Potiču se najviše energija vjetra za vjetroelektrane te energija sunca za solarne elektrane, no daje se i važnostima ostalim izvorima energije kao što su hidroenergija, bioenergija, geotermalni izvori i sl. Obnovljivi izvori energije se također spominju i u cilju 13. naziva Odgovor na klimatske promjene [Slika 3]. U ovome cilju fokusira se na smanjenje ispuštanja stakleničkih plinova jer oni dovode do uništavanja ekološkog sustava, a sukladno tome i gospodarskog te društvenog. Upravo korištenjem obnovljivih izvora energije te osiguravanje pristupa većem broju ljudi održivoj i suvremenoj energiji bi rezultiralo pozitivnim odgovorom na nepovoljne klimatske promjene koje se trenutno događaju. [2]



Slika 2. Cilj održivog razvoja: Pristupačna i čista energija [2]



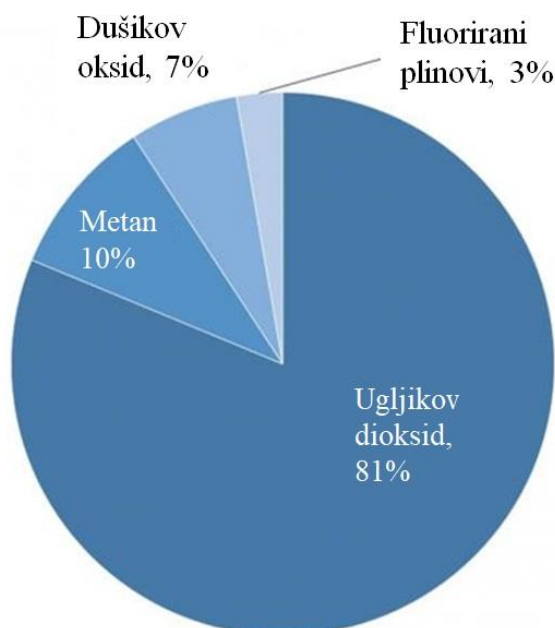
Slika 3. Cilj održivog razvoja: Odgovor na klimatske promjene [2]

2. Onečišćenja zraka i energetska učinkovitija vozila

Mnogi od ciljeva održivog razvoja ne utječu na svakodnevni način života velikog broja ljudi, no potražnja za obnovljivim izvorima energije je jedna od najčešćih ciljeva s kojima se čovjek svakodnevno susreće te na koje može utjecati. Potražnja za električnim vozilima je značajno porasla te njihova popularnost te konkurentnost naspram vozila s tradicionalnim motorima značajno raste. Štetnost električnih vozila za okoliš je značajno manja, te je ključan njihov utjecaj na minimalno zagađenje urbanih sredina poput velikih gradova, gdje se nalazi veliki broj ljudi jer su te sredine pod velikim utjecajem štetnih lebdećih čestica.

2.1 Staklenički plinovi

Smatra se da je ljudski utjecaj odgovoran za gotovo sav porast udjela stakleničkih plinova u atmosferi u prethodnih 150 godina. Staklenički plinovi otežavaju izlazak dugovalnog toplinskog zračenja iz atmosfere, te imaju negativan utjecaj na koncentraciju ozona. Od početka industrijske revolucije, količina ugljikovog dioksida u zraku se povećala za gotovo 40 %. Staklenički plinovi su jedan od glavnih razloga pojave globalnog zatopljenja [Slika 4]. [3]

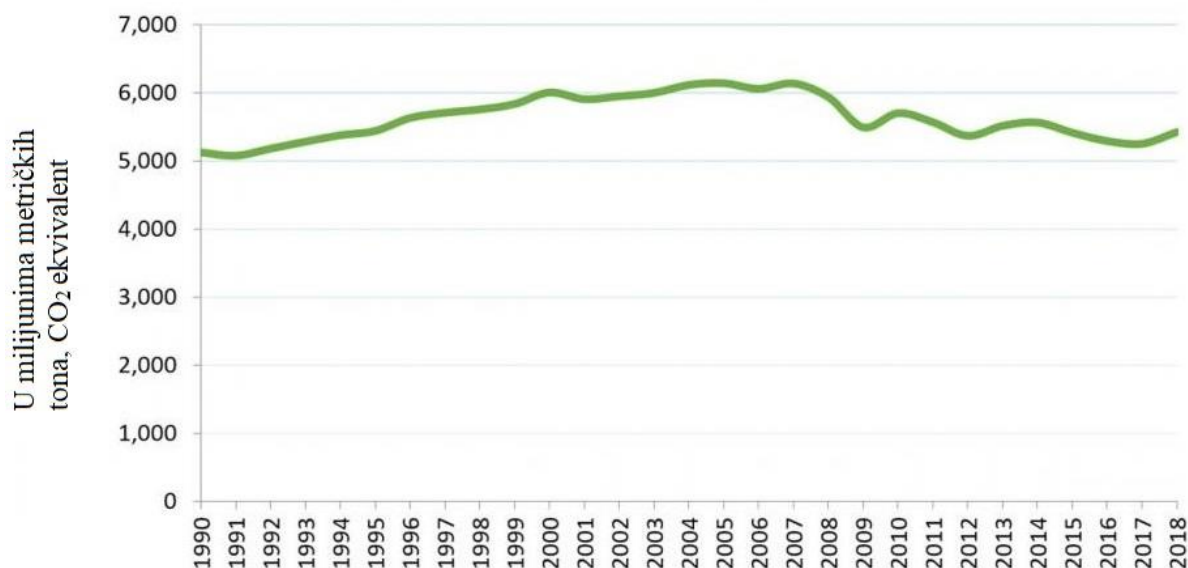


Slika 4. Sastav emitiranih stakleničkih plinova u atmosferi u 2018. [3]

Ukupna emisija CO₂ u 2018. u Sjedinjenim Američkim Državama je bila 6 667 milijuna metričkih tona. [3]

2.1.1. Ugljikov dioksid – CO₂

- ugljikov dioksid je daleko najčešći staklenički plin u atmosferi, njegov udio iznosi 81 %.
- 33,6 % ugljikovog dioksida koji se emitira u atmosferu događa se zbog prijevoza (zračni prijevoz, željeznički prijevoz, pomorski prijevoz te prijevoz cestovnih vozila)
- ulazi u atmosferu izgaranjem fosilnih goriva (ugljena, prirodnog plina i sl.)
- ulazi u atmosferu kao kruti otpad te kao rezultat kemijski reakcija (npr. prilikom proizvodnje cementa) CO₂
- pozitivna strana je to što ugljikov dioksid nestaje iz atmosfere prilikom procesa fotosinteze biljaka, zato je bitno smanjiti masivnu sječu šuma te poticati pošumljavanje
- tijekom proteklih 30-ak godina, točnije od 1990. do 2018. godine, u SAD-u je emitiranje ugljikovog dioksida u atmosferu poraslo za 6 %, no unatoč značajnom porastu svih vrsta prijevoza, razvoju industrije te velikom porastu izgaranja fosilnih goriva, tijekom proteklih 10 godina bilježi se trend pada količina emitiranog ugljikovog dioksida [Slika 5]. [3]



Slika 5. Emitiranje ugljikovog dioksida u SAD-u u atmosferu od 1990. do 2018. [3]

2.1.2. **Metan – CH₄**

Udio metana u emitiranim stakleničkim plinovima iznosi visokih 10 %.

- metan ulazi u atmosferu prilikom proizvodnje i transporta ugljena, prirodnog plina i nafte
- emitiranje metana proizlazi iz propadanja organskog otpada na komunalnim odlagalištima otpada, te kao otpad iz stočarstva i poljoprivrede
- globalno gledajući, metan se emitira utjecajem ljudskog faktora otprilike 50 do 65 %
- životni vijek metana u odnosu na ugljikov dioksid je značajno kraći, tek oko 12 godina, no njegov utjecaj na efekt staklenika je čak 25 puta veći u odnosu na utjecaj ugljikovog dioksida, promatrano u razdoblju od 100 godina. [3]

2.1.3. **Dušikov oksid – N₂O**

Emisije dušikovog oksida N₂O čine 7 % emitiranih stakleničkih plinova.

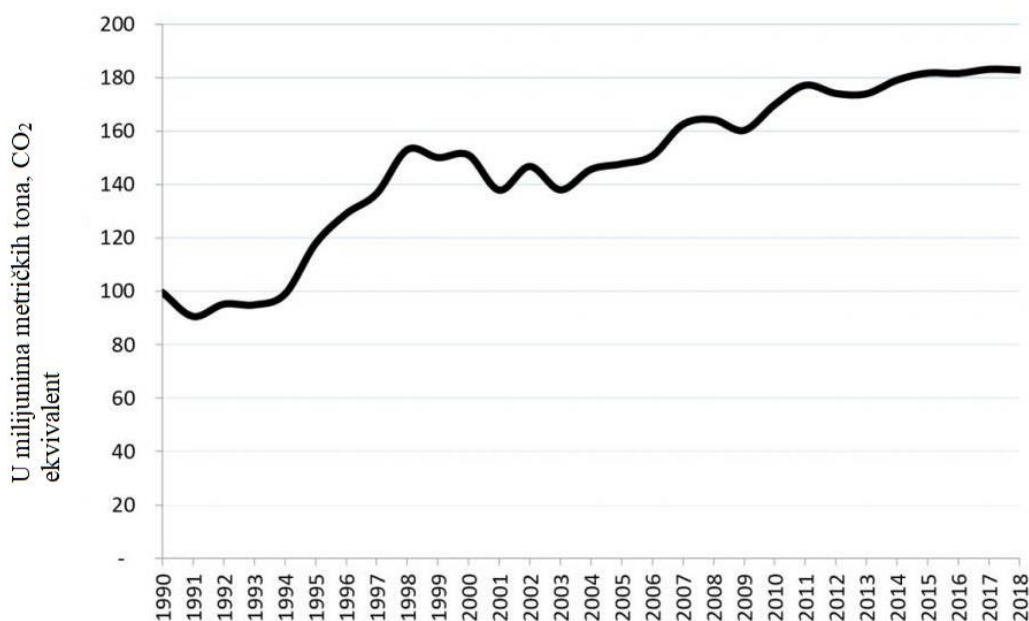
- dušikov oksid emitira se u atmosferu prilikom obrade otpadnih voda, industrijskih i poljoprivrednih radova te prilikom izgaranja fosilnih goriva
- na globalnoj razini se čak 78 % dušikovog oksida emitira iz poljoprivrednih djelatnosti, a utjecaj ljudskog faktora u sveukupnom emitiranju je oko 40 %
- molekule dušikovog oksida u atmosferi ostaju približno 115 godina, a nestaju prilikom kemijskih reakcija
- utjecaj dušikovog oksida na zagrijavanje atmosfere u odnosu na ugljikov dioksid je gotovo 300 puta veći u vremenskom razdoblju od 100 godina. [3]

2.1.4. **Fluorirani plinovi: dušikov trifluorid, sumporov heksafluorid i sl.**

Udio fluoriranih plinova, kao što su dušikov trifluorid, sumporov heksafluorid i sl. u emitiranim stakleničkim plinovima iznosi 3 %.

- potječu isključivo od ljudskih djelatnosti, nemaju prirodnih izvora
- izuzetno opasni jer oštećuju ozonski omotač
- najčešće se izlučuju prilikom industrijskih procesa, poput proizvodnje aluminija, proizvodnje poluvodiča, kao rashladna sredstva i sl.

- smatraju se najopasnijima te najdugovječnijim vrstama stakleničkih plinova
- sumporov heksafluorid (SF_6), čija je upotreba u postupcima lijevanja magnezija tek posljednjih godina u Europskoj uniji postrožena i ograničena, ostaje u atmosferi gotovo 3200 godina, a štetniji je za atmosferu čak 22 800 puta više nego ugljikov dioksid
- slične podatke dobivamo i za ostale fluorove plinove: dušikov trifluorid (NF_3) je za atmosferu štetniji od ugljikovog dioksida 17 200 puta, a zadržava se u atmosferi oko 700 godina
- bitni su fluorougljikovodici (HFC, od engl. *Hydrofluorocarbon*) sa zadržavanjem u atmosferi do 270 te štetnosti većom od ugljikovog dioksida za 15 000 puta, te perfluorougljici (PFC) koji se u atmosferi mogu zadržati najdulje, čak do 5000 godina, a štetniji su od ugljikovog dioksida 12 200 puta
- fluorirani plinovi uklanjaju se iz atmosfere tek kada ih u gornjim slojevima atmosfere unište zrake Sunčeve svjetlosti
- zabrinjavajući je podatak da se količina fluoriranih plinova povećala gotovo 86 % u proteklih 30 godina, no pozitivno je to što se količina najštetnijeg plina, sumporovog heksafluorida (SF_6) smanjila
- ovaj značajan rast je pretežno zbog rasta potrošnje fluorougljikovodika (HFCs) od gotovo 270 % tijekom proteklih 28 godina, točnije od 1990. do 2018 [Slika 6]. [3]



Slika 6. Emitiranje fluoriranih plinova u SAD-u u atmosferu od 1990. do 2018. [3]

2.2. Najveći uzročnici emitiranja stakleničkih plinova

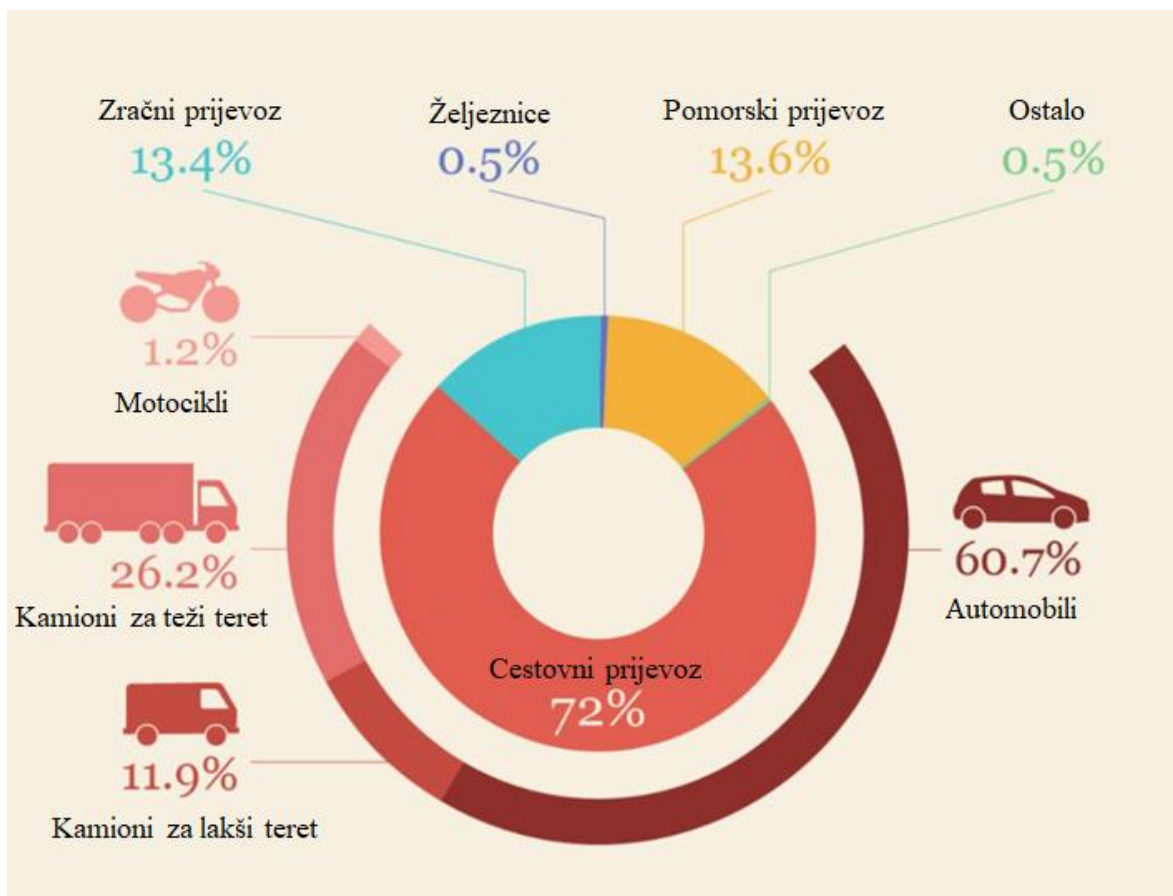
2.2.1. Prijevoz

Jedan od najvećih uzročnika emitiranja stakleničkih plinova u SAD-u je prijevoz s udjelom od 28,2 % prema podacima iz 2018.

- emisija stakleničkih plinova proizlazi iz izgaranja fosilnih goriva: preko 90 % goriva koje se koristi je na bazi nafte (dizel i benzin)

- većina emisija stakleničkih plinova iz prijevoza je ugljikov dioksid. S obzirom na to da je CO₂ najčešći staklenički plin, a prijevoz je najveći uzrok ispuštanja stakleničkih plinova u atmosferu, očita je potreba za smanjenjem korištenja prijevoznih sredstava na bazi izgaranja fosilnih goriva

- u sektor prijevoza je uključen prijevoz ljudi i dobara raznim prijevoznim sredstvima, pri čemu udio stakleničkih plinova koji potječe od automobila iznosi visokih 60,7 % [Slika 7]. [3]



Slika 7. Distribucija emisija stakleničkih plinova u prijevoznom sektoru [4]

2.2.2. *Proizvodnja električne energije*

Prema podacima iz 2018., proizvodnja električne energije također je jedan od značajnih uzročnika emitiranja stakleničkih plinova u SAD-u s udjelom od 26,9 % [Slika 8].

- ovaj sektor uključuje proizvodnju, distribuciju i prijenos električne energije
- veliki udio (oko 63 %) električne energije se proizvodi izgaranjem fosilnih goriva, najviše ugljena i prirodnog plina te se iz toga emitiraju staklenički plinovi
- velikom većinom se emitira ugljikov dioksid CO₂, u manjim udjelima se emitiraju i metan CH₄ te dušikov oksid N₂O
- manje od 1 % u ovome sektoru se emitira sumporni heksafluorid SF₆, kao izolacijska tvar za opremu koja se koristi prilikom prijenosa i distribucije električne energije
- tijekom prošlih 28 godina, emisije ovog sektora smanjile su se za otprilike 4 %. [3]

2.2.3. *Industrija*

Industrijska proizvodnja odgovorna je za 22 % emisija stakleničkih plinova u SAD-u prema podacima iz 2018.

- industrija prilikom proizvodnje također za energiju najčešće koristi izgaranje fosilnih goriva
- stakleničke plinove industrijska postrojenja emitiraju prilikom proizvodnje dobara iz sirovina putem kemijskih reakcija; ova dva načina svrstavamo pod direktno emitiranje stakleničkih plinova
- indirektno emitiranje stakleničkih plinova kod industrije je korištenje električne energije za pokretanje strojeva te industrijskih zgrada; također se ta električna energija dobiva iz izgaranja fosilnih goriva
- pozitivno je to što je emisija stakleničkih plinova iz ovog sektora smanjena za čak 16 % od 1990. godine. [3]

2.2.4. *Trgovački i stambeni objekti*

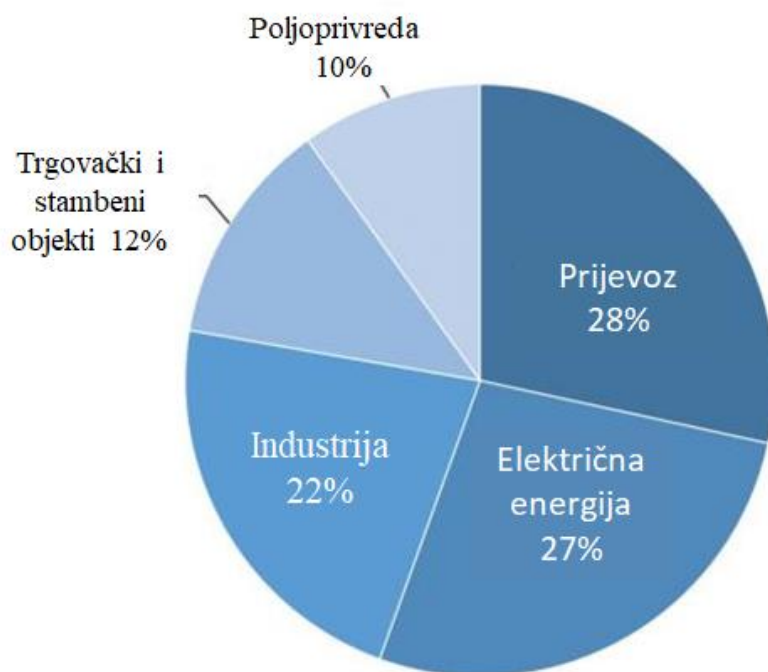
Grijanje i hlađenje trgovačkih i stambenih objekata odgovorno je za 12,3 % emisija stakleničkih plinova u SAD-u prema podacima iz 2018.

- emisija stakleničkih plinova kod trgovačkih i stambenih objekata najvećim dijelom dolazi iz fosilnih goriva koja se koriste da bi se dobila toplina za zagrijavanje objekata te za kuhanje
- u ovom sektoru također se većinom emitira ugljikov dioksid CO_2 , a u manjim udjelima se emitiraju i metan CH_4 te dušikov oksid N_2O
- emitiranje štetnih fluoriranih plinova se događa prilikom servisiranja ili oštećenja klimatizacijskih i rashladnih uređaja
- ovaj sektor bilježi porast emitiranja stakleničkih plinova za čak 9 % u odnosu na 1990. godinu, posebice zbog značajnog povećanja korištenja električne energije od 11 % za isto razdoblje. [3]

2.2.5. Poljoprivreda

Procjenjuje se da poljoprivreda doprinosi s 9,9 % emisijama stakleničkih plinova, prema analizi iz 2018. godine za SAD-a.

- emisija stakleničkih plinova posljedica je uzgoja stoke, obrade poljoprivrednog zemljišta te proizvodnje povrća i voća
- obrada poljoprivrednog tla najčešće dovodi do povećane količine dušika u tlu, te rezultira emisijom dušikov oksida N_2O ; tome najčešće doprinosi primjena umjetnih i organskih gnojiva koja se koriste u poljoprivredi
- emisija metana CH_4 događa se prilikom enteričke fermentacije, tj. prirodnih probavnih procesa stoke, posebice goveda
- u ovome sektoru također bilježimo blagi rast od 7 % tijekom prošlih 28 godina. [3]



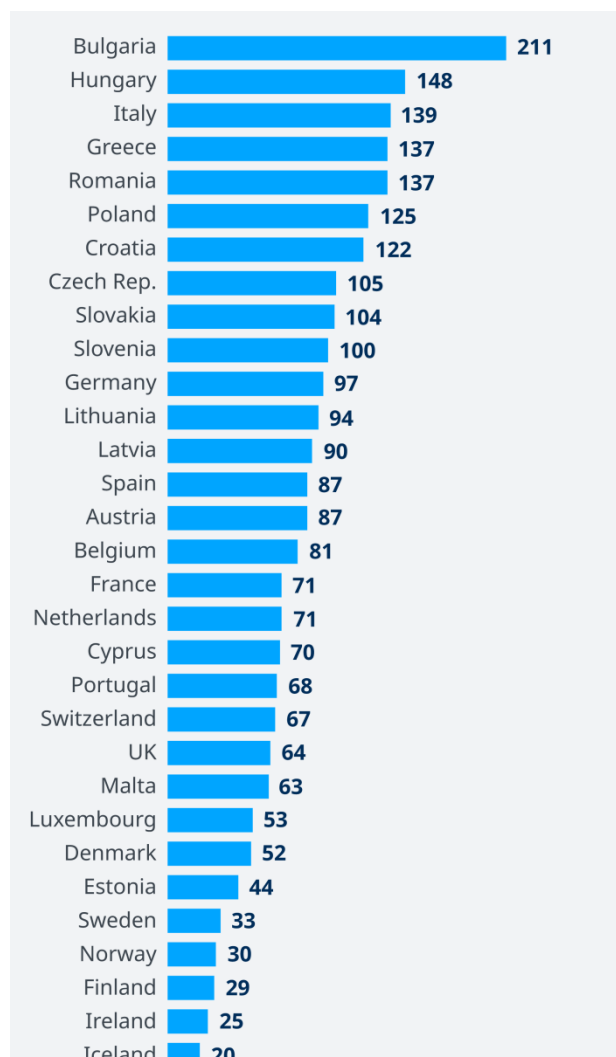
Slika 8. Uzroci stakleničkih plinova po ekonomskim sektorima u SAD-u u 2018. [3]

2.3. Zagađenost zraka

Jedan od glavnih ciljeva prelaska na električna vozila je smanjenje izgaranja fosilnih goriva uzrokovanih tradicionalnim automobilima. U urbanim sredinama na otvorenom prostoru zrak je najčešće zagađen od emisija motornih vozila, grijanja, industrijskih zagađenja, te trgovačkih izvora. Zagađenost zraka se također javlja i u zatvorenim prostorima od duhanskog dima, goriva za kućanstvo i sl.

2.3.1. Zagađenost zraka u Europskoj uniji

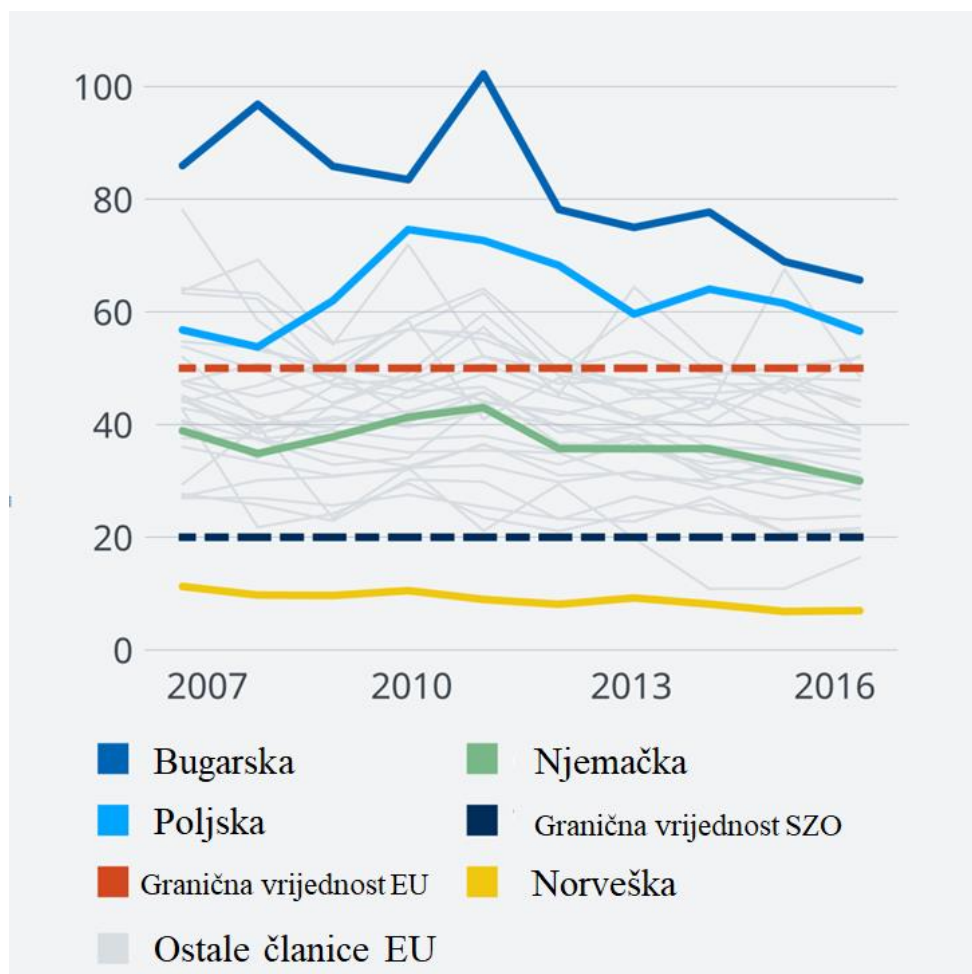
Svjetska zdravstvena organizacija (SZO) došla je do zaključka da se zbog izloženosti česticama, prosječan životni vijek svakog čovjeka u Europi smanji u prosjeku za godinu dana, većinom zbog povećanog rizika od raka pluća, kardiovaskularnih i respiratornih bolesti [Slika 9]. [5]



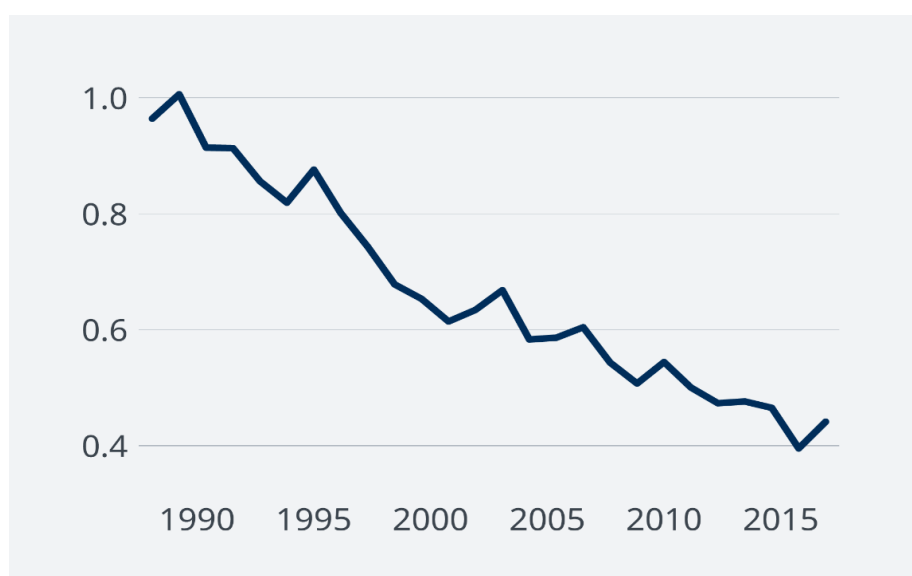
Slika 9. Broj preranih smrti uzrokovanih zagađenošću zraka na 100 000 stanovnika za zemlje Europske unije u 2015. [6]

Svjetska zdravstvena organizacija je poduzela mjere u kojima se fokusira na smanjenje PM_{2,5}, tj. sitnih čestica promjera do 2,5 mikrometara te PM₁₀, tj. sitnih čestica promjera do 10 mikrometara. Istraživanja provedena u 25 gradova Europske unije pokazala su da će se godišnjim smanjivanjem razine PM_{2,5} po smjernicama SZO, prosječni životni vijek čovjeka povećati za čak 22 mjeseca.

Rezultati koji obuhvaćaju čak 357 europskih gradova, pokazuju da je 83 % populacije bilo izloženo PM₁₀ česticama koje su premašivale smjernice SZO. Iako rezultati nisu zadovoljavajući, prosječna zagađenost PM₁₀ česticama se smanjivala na godišnjoj razini u gotovo svim gradovima i državama tijekom proteklih 30 godina [Slika 10]. Slične rezultate dobivamo i za čestice PM_{2,5} koje su također smanjenje, no na godišnjoj razini uzrokuju veliki broj preranih smrti [Slika 11]. [5]



Slika 10. Zagađenost zraka po količini PM10 za pojedine države EU i dozvoljene vrijednosti prema SZO i EU [6]



Slika 11. Broj preranih smrti na milijun stanovnika zbog PM2,5 u Europskoj uniji [6]

Na području Europske unije najzagađenija zemlja je Bugarska, koja također ima i najveći broj prijevremenih smrtnih slučajeva zbog onečišćenja zraka [Slika 10]. Većina nastalih čestica je povezana sa sustavom grijanja.

Sličan problem javlja se i u Poljskoj gdje godišnje umre otprilike 45 000 ljudi uslijed problema zagađenja [Slika 10]. Od 50 najzagađenijih gradova u EU čak 33 ih je iz Poljske, gdje više od polovice emitiranih čestica dolazi prilikom kućnog grijanja. U velikim gradovima je još veći problem zbog veće količine gradskog transporta.

Najpozitivniji slučaj u EU je Norveška, koja ima razinu onečišćenja zraka ispod sigurnosnih standarda Svjetske zdravstvene organizacije [Slika 10]. Osim činjenice da u Norveškoj većina proizvedene električne energije potječe iz hidroelektrana, čist zrak je i rezultat postignut učinkovitim političnim djelovanjem poput promicanja čiste mobilnosti. [6]

2.3.2. Zagađenost zraka u Hrvatskoj

U Hrvatskoj postoje 71 mjerne postaje lokalne i državne mreže, koje redovito prate kvalitetu zraka.

Propisano je zakonom da gradovi u kojima su zabilježena prekoračenja graničnih vrijednosti imaju obavezu izraditi akcijske planove za poboljšanje kvalitete zraka. Zabilježeno je prekoračenje graničnih vrijednosti u pet hrvatskih gradova, a to su: Zagreb, Kutina, Osijek, Slavonski Brod te Sisak.

S obzirom na to da Hrvatska nije na europskoj listi najgorih zemalja kada je riječ o onečišćenju zraka, najviše zbog manjka gospodarskih aktivnosti i prestanka rada brojnih industrijskih postrojenja, pogrešno je zaključiti da Hrvatska uopće nema problema s onečišćenjem zraka. U Hrvatskoj je najrašireniji problem onečišćenja zraka onečišćenje lebdećim čestima.

U navedenih pet gradova zabilježena su prekoračenja dopuštenih graničnih vrijednosti lebdećih čestica u prethodnih šest godina mjerenja, najviše u hladnijem dijelu godine, kada su

glavni izvor onečišćenja kućna ložišta, odnosno izgaranje biomase ili drva u kućanstvima, kao i promet. Kada je pak riječ o prometu kao izvoru zagađenja zraka, u slučaju motornih vozila dominantno je onečišćenje dušikovim dioksidom kao produktom izgaranja fosilnih goriva. Upravo zbog toga su najviše koncentracije dušikovih oksida izmjerene na mjernoj postaji koja se nalazi na prometnom raskrižju Miramarske ceste i Ulice grada Vukovara u Zagrebu, što je nažalost i u blizini zgrade Fakulteta strojarstva i brodogradnje.

U krugu rafinerija, odlagališta otpada i tvornice mineralnih gnojiva u Hrvatskoj se redovito prate i koncentracije sumporovodika. Riječ je o plinu koji se osjeća kao neugodan miris. Kvaliteta zraka redovito se mjeri na najvećim odlagalištima otpada Jakuševac (Zagreb), Viškovo (Rijeka) i Karepovac (Split). Koncentracije koje su izmjerene na mjernim postajama u Hrvatskoj nisu opasne za ljudsko zdravlje, ali zbog neugodnih mirisa utječu na kvalitetu življenja.

Razine onečišćenja sumporovodikom u promatranom razdoblju od 2013 do 2017. godine bile su veće od dozvoljenih na mjernim postajama u Zagrebu (Jakuševac), Slavonskom Brodu, Sisku i Kostreni. Na području Slavonskog Broda glavni uzrok prekoračenju je prekogranično onečišćenje zraka, koje je posljedica prerade nafte u rafineriji u Bosanskom Brodu u susjednoj Bosni i Hercegovini. Hrvatska je u nepovoljnom geografskom položaju tako da veliki dio onečišćenja potječe od emisija susjednih zemalja. Rješavanje ovog problema ovisi i o aktivnostima za smanjenje emisija koje provode i susjedne države temeljem međunarodnih obaveza i konvencija. [7]

Zagreb i Osijek su se 2020. našli među najzagađenijim gradovima na svijetu. U Zagrebu je primjerice na mjernoj postaji Dugave 27. ožujka 2020. godine u 15 sati izmjereno 402 mikrograma letećih čestica po kubnom metru. S obzirom na to da je gornja dopuštena granica u europskoj uniji 40 mikrograma po kubnom metru (promatrano na godišnjoj razini), odnosno $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (promatrano na dnevnoj razini), Zagreb je taj dan bio najzagađeniji grad na svijetu. Stručnjaci iz DHMZ-a poručili su građanima tom prilikom da je riječ o česticama pustinjskog pijeska iz pustinje Karakum, koja se nalazi istočno od Kaspijskog jezera. Nastavni zavod za javno zdravstvo Dr. Andrija Štampar poručio je da se u slučajevima

kratkotrajne izloženosti povišenim vrijednostima lebdećih čestica u zraku ne očekuje značajan negativni utjecaj na zdravlje građana. [8]



Slika 12. Zagađenje zraka česticama u Zagrebu 27. ožujka 2020. [8]

2.3.3. Zagađenost zraka u svijetu

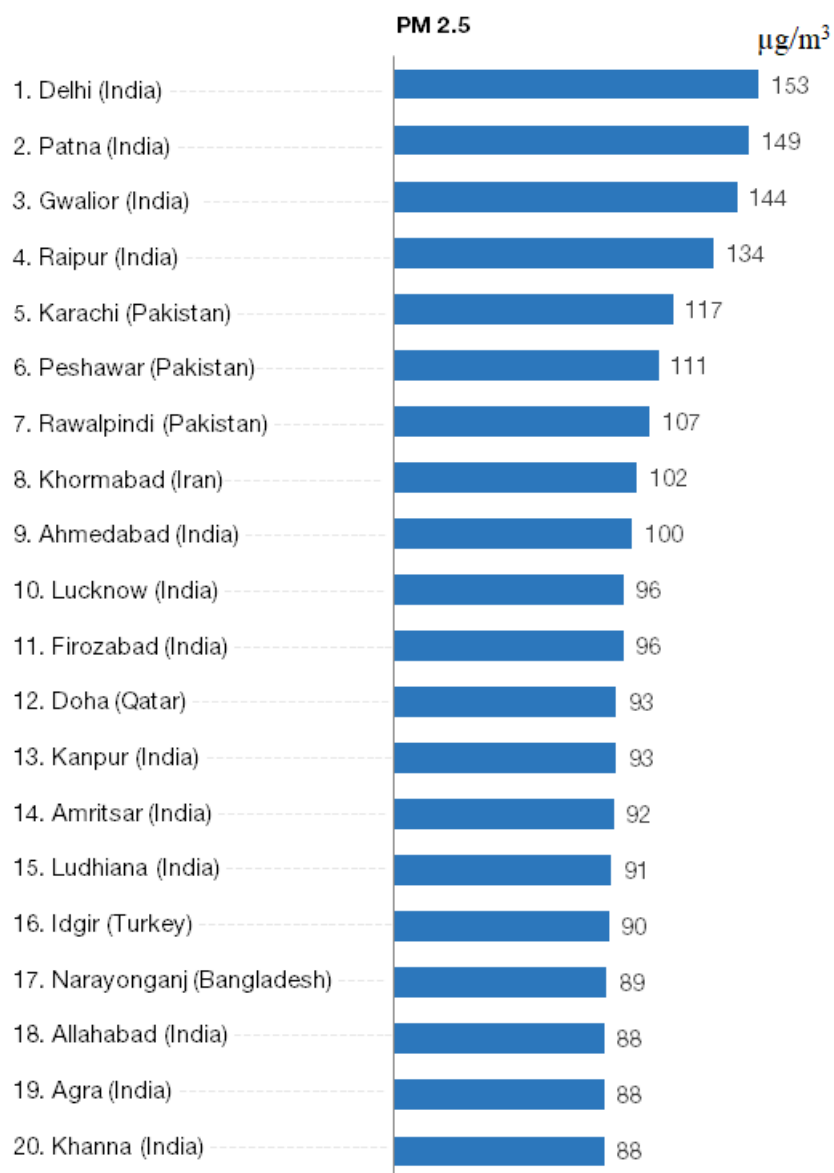
Prema podacima UN-a gradovi najviše doprinose klimatskim promjenama. Gradovi koriste 78 % energije u svijetu te proizvode 60 % ukupne emisije stakleničkih plinova, a čine manje od 2 % ukupne Zemljine površine.

Dodatni izazov u borbi protiv emitiranja stakleničkih plinova čine predviđanja UN-a da će se do 2050. godine u urbane sredine doseliti oko 2,5 milijarde ljudi. Ove migracije očekuju se najviše upravo u dijelovima svijeta gdje je zagađenost zraka najveća, a to su Azija i Afrika, gdje se predviđa da će ukupno 90 % populacije živjeti u gradskim sredinama do 2050. godine. Svjetska zdravstvena organizacija je u 2018. izvijestila da na globalnoj razini 93 % djece svakodnevno udiše zagađeni zrak.

Posebice je taj problem istaknut u zemljama u razvoju s manjim prihodima, zemljama u kojima nije dostupno odgovarajuće obrazovanje i život u stabilnim građevinama te na područjima osjetljivim na poplave, potrese i pojavu klizišta.

Unatoč znatnom porastu broja stanovnika u urbanim sredinama u razvijenim zemljama poput Kine, SAD-a te članicama EU, količina čestica u zraku je na godišnjoj razini sve manja te iz toga se zaključuje da mjere preporučene od SZO te UN-a uspješno djeluju ako se pravilno i dosljedno primjenjuju. [9]

Od 20 najzagađenijih svjetskih gradova čak 13 ih je iz Indije, te tri iz Pakistana [Slika 13]. [10]



Slika 13. 20 najzagadenijih svjetskih gradova s PM2,5 [10]

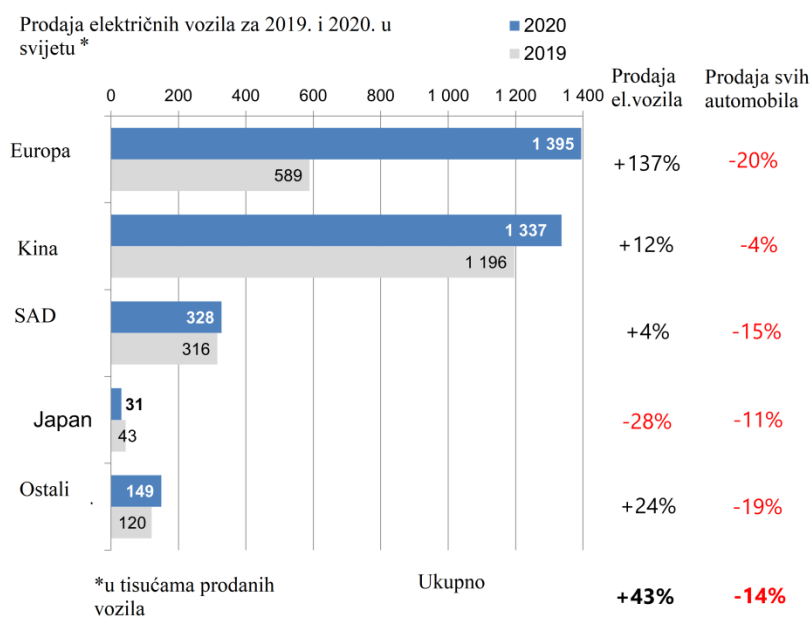
2.4. Električni automobili

Pokazatelji zagađenosti zraka ukazuju na to da je pojava novih vozila koja se bazira na izgaranju fosilnih goriva neprihvatljiva za ispunjavanje ekoloških ciljeva. U SAD-u je najveći uzročnik emitiranja stakleničkih plinova u atmosferu upravo prijevoz, a čak 72 % tog prijevoza čine cestovna vozila te 60 % tih cestovnih vozila čine osobni automobili.

Vlade diljem svijeta su prepoznale ovu pojavu, te se odlučuju na subvencije građanima pri kupnji električnih automobila s obzirom na to da je početna cijena takvih automobila najčešće značajno viša u odnosu na vozila s tradicionalnih motorima. Viša cijena je u pravilu posljedica trenutne visoke cijene baterija. Međutim, cijena baterija se na godišnjoj razini smanjuje pa se tako snižavaju i cijene električnih automobila. [4]

2.4.1. Prodaja električnih automobila

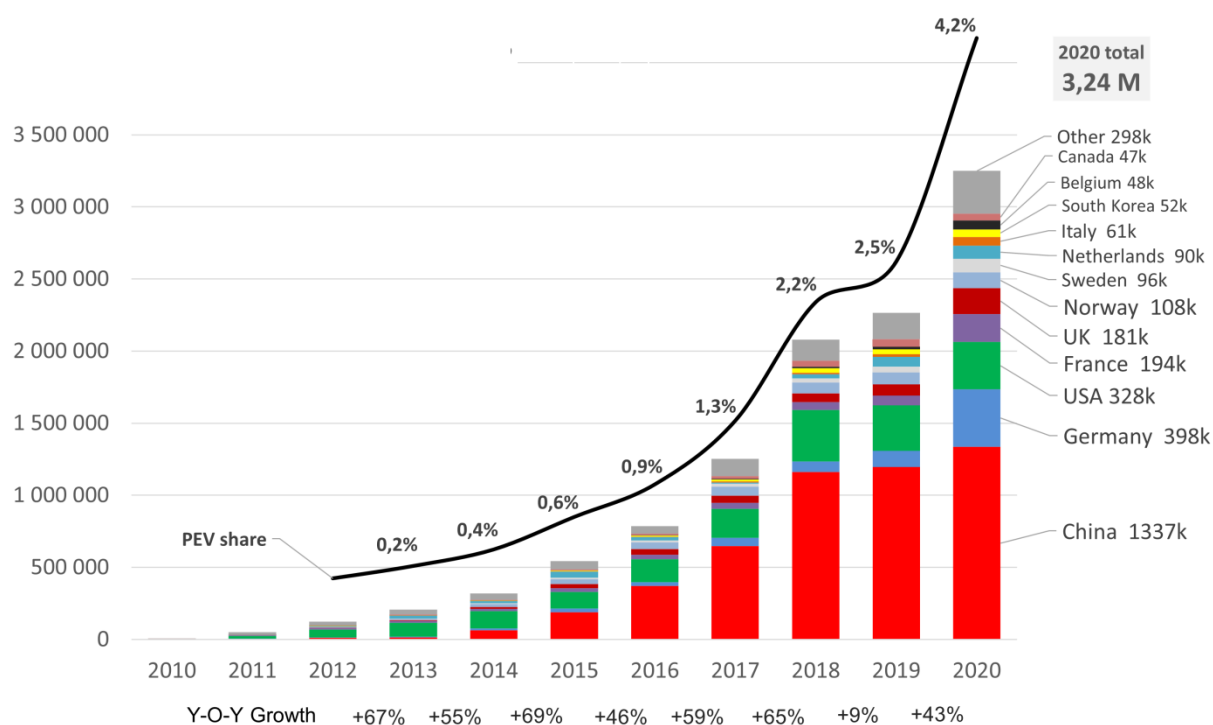
Europa predvodi tržište u prodaji potpuno električnih te hibridnih automobila. Na globalnoj razini Europu slijedi Kina te SAD. Unatoč koronavirusu, koji je uzrokovao globalne financijske i ekološke probleme, broj prodanih električnih te hibridnih vozila je u 2020. godini na svjetskoj razini porastao za 43 % u odnosu na 2019. godinu, a broj ukupno prodanih automobila se u istome razdoblju smanjio za 14 % [Slika 14]. [11]



Slika 14. Prodaja potpuno električnih i hibridnih vozila za 2020. godinu po regijama svijeta [11]

Najveći porast prodaje električnih i hibridnih vozila u Europi započeo je lipnju i srpnju 2020. godine, kada je u usporedbi za istim mjesecima u 2019. godini, količina prodanih potpuno električnih i hibridnih vozila porasla za čak 285 %. Slični rezultati događaju se i u Kini, koja je najveće svjetsko tržište.

U SAD-u ostvaren je tek mali porast od 4 % na godišnjoj razini. Stručnjaci vjeruju da je to zbog vjernosti kupaca američkom proizvođaču Tesla, koji još uvijek nije u mogućnosti ispuniti sve narudžbe koje dobiva od svojih kupaca, a uzima gotovo 80 % tržišta za električna vozila u SAD-u. Očekuje se da će se ovaj problem riješiti tijekom idućih godina. [11]



Slika 15. Količina prodanih potpuno električnih i hibridnih vozila po državama od 2010. do 2020. [11]

Njemačka je imala značajan porast u broju prodanih hibridnih vozila u 2020. godini, uz porast od čak 351 % u odnosu na prethodnu godinu, te porast od 191 % u broju prodanih potpuno električnih vozila, čime je Njemačka trenutno druga država na svijetu po broju prodanih električnih vozila. Slična pojava je vidljiva i u ostalim zemljama Europe.

Iako je Europa trenutno vodeća po broju prodanih električnih automobila, stručnjaci očekuju da će kroz idućih nekoliko godina Kina postati vodeća regija u broju prodanih automobila.

Značaj rast se očekuje u Sjevernoj Americi, posebice u SAD-u i Kanadi. [11]

2.4.2. Poticaji pri kupnji električnih vozila

Poticaji pri kupnji električnih vozila su podržani na globalnoj razini.

2.4.2.1. Poticaji pri kupnji električnih vozila u Norveškoj

U svijetu se najviše ističe Norveška. U Norveškoj je u 2020. godini od ukupnog broja prodanih automobila čak 54 % električnih. Po tome je Norveška prva zemlja na svijetu koja je ostvarila cilj da je u ukupnom broju prodanih automobila preko 50 % električnih. Upravo je Norveška europska zemlja s najnižom količinom štetnih čestica u zraku, čak i niže od preporučenih limita Svjetske zdravstvene organizacije. Ciljevi norveške vlade su da svi prodani novi automobili do 2025. godine budu električni. [12]

Neke od značajnijih mjera norveške vlade za poticanje kupnje električnih automobila su:

- bez poreza na kupnju/uvoz novog automobila (od 1990.)
- oslobođenje od poreza na dodanu vrijednost od 25 % (od 2001.)
- bez plaćanja godišnjeg poreza na ceste (od 1996.)
- bez naplata cestarina, trajekata i parkiranja (od 1997. do 2017.). Od 2018. se cestarine, trajekti i parkirna mjesta plaćaju maksimalno 50 % od pune cijene.

U 2017. u Norveškoj je također usvojen zakon o sufinanciranju postavljanja stanica za brzo punjenje na svakih 50 km na glavnim prometnicama.

Volkswagen Golf je trenutno najprodavaniji električnih automobil u Norveškoj. Prema usporedbi [Slika 16] vidimo da je električna opcija ovog automobila u usporedbi s benzinskim motorom za kupca u konačnici jeftinija, iako je proizvođačka cijena benzinskog vozila 22 046 eura, a električnog 33 037 eura. Očekuje se da će kupci kroz godine ostvariti i značajnu uštedu punjenjem električnom energijom i ostvariti sve ostale pogodnosti koje je ponudila norveška vlada. [12]

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf
Uvozna cijena	22 046	33 037
CO2 trošarina (113 g/km)	4 348	-
NOx trošarina	206	-
Trošarina na masu	1 715	-
Naknada za otpad	249	249
25% PDV	5 512	-
Maloprodajna cijena:	34 076 €	33 286 €

Slika 16. Ukupna cijena i različite pristojbe za benzinski i električni Volkswagen Golf u Norveškoj u 2017. godini [12]

2.4.2.2. Poticaji pri kupnji električnih vozila u Hrvatskoj

U Hrvatskoj je s ciljem poticanja zelenijeg transporta i smanjenja onečišćenja zraka, 2014. godine pokrenut projekt Vozimo ekonomično, kroz koji se građanima i tvrtkama dodjeljuju bespovratna sredstva za kupnju energetski učinkovitijih vozila.

Od 2014. do 2019. godine je Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost sa 109,5 milijuna kuna sufinancirao nabavu 3681 energetski učinkovitijeg vozila (električnih, hibridnih te *plug-in* hibridnih vozila).

Za električne automobile i automobile na vodik država građanima i pravnim osobama sufinancira kupnju do 70 000 kuna, za *plug-in* hibridna vozila koja ispuštaju manje od 50 g/km CO₂ moguće je ostvariti do 40 000 kuna poticaja, dok je za električne četverocikle, motocikle i mopede moguće ostvariti 20 000 kuna potpore, ali najviše do 40 posto vrijednosti vozila.

Prema podacima Centra za vozila Hrvatske, evidentan je porast broja električnih i hibridnih vozila u posljednjih nekoliko godina. U Hrvatskoj je 2012. godine bilo svega 13 električnih automobila, 2014. godine ih je evidentirano 74, 2017. godine 277, a 2019. godine 730 automobila. [13]

3. Tvrtka Tesla

Tesla, Inc. je američka tvrtka osnovana u srpnju 2003. godine pod imenom Tesla Motors. Ime tvrtke je dobila po jednom od najvećih izumitelja svih vremena i elektroinženjeru, Nikoli Tesli.

Tesla je trenutno vodeći svjetski proizvođač električnih automobila. Najprodavaniji Teslin proizvod su električni automobili, no Tesla također proizvodi i solarne ploče, akumulatora za pohranu energije i srodne proizvode. Tesla se kroz svoju američku podružnicu SolarCity bavi razvojem i instalacijom solarnih fotonaponskih sustava. Tesla je također jedan od najvećih svjetskih dobavljača baterijskih sustava za pohranu energije. [14]

Vizija tvrtke Tesla je bila ista od samih početaka. Martin Eberhard, jedan je od dvoje osnivača tvrtke, te prvi izvršni direktor. Eberhard je od osnivanja tvrtke govorio da ne želi da se Teslu smatra kao samo proizvođača automobila, nego i tehnološku tvrtku koja će koristiti vlastite baterije, računalni softver i motore. [14]

Najzvučnije ime tvrtke je poduzetnik Elon Musk, koji se je u tvrtku uključio 2004. godine te ju je financirao sa 6,5 milijuna američkih dolara vlastitog kapitala, uz ukupno 7,5 milijuna početnog uloga ostalih ulagača. Postao je izvršni direktor Tesle 2008. godine. Danas je najbogatiji čovjek svijeta te u vlasništvu ima 20,8 % dionica Tesle. On tvrdi da je cilj Tesle pomoći ubrzati prelazak na održivi način prijevoza i energije, uz električna vozila i solarnu energiju. [14]

Nakon sudske nagodbe u 2009. između ostalih suosnivača i Eberharda, smatra se da Tesla ima pet suosnivača, a to su redom kako su se priključivali: Martin Eberhard, Marc Tarpenning, Ian Wright, Elon Musk te Jeffrey B. Straubel. [14]

3.1. Vrijednost i poslovni model tvrtke Tesla

3.1.1. Poslovni model tvrtke Tesla

Teslina poslovna strategija je objavljena u javnosti 2007. godine od strane Elona Muska. Plan je bio započeti s proizvodnjom sportskih automobila više početne cijene koji bi se mogli po karakteristikama mjeriti s konkurentima poput Porschea, Ferrarija i ostalih sportskih automobila, čijim vlasnicima često cijena samog automobila nije problem, te na takvim automobilima ostvariti veliki profit. Takav dio plana je i ostvaren prodajom Tesla Roadstera, njihovog prvog automobila.

Nastavak te strategije sastoji se od reinvestiranja profita u daljnji razvoj modela koji bi cjenovno bili prihvatljivi široj publici. Započeti s proizvodnjom jeftinijih automobila u početku nije bila financijski održiva ideja zbog visokih cijena baterija. Tesla je također reinvestirala zaradu u razvoj vlastitih baterija, čija se cijena smanjuje svake godine. Takvo ulaganje im je omogućilo da snize konačnu cijenu svojih automobila. Snižavanjem cijene automobila ostvario se pristup većem broju kupaca te Tesla bilježi velika povećanja u količini prodanih vozila svake godine. [15]

Problemi oko globalne ekološke situacije te zagađenja uslijed tradicionalno pogonjenih automobila su također pomogli Tesli, te su zaprimili zajam od američke vlade u iznosu od 465 milijuna američkih dolara. Poticaji prilikom kupnje Teslina vozila mogu biti i do 7500 američkih dolara ovisno u kojoj saveznoj državi SAD-a se kupuje vozilo. [16]

Tesla ima specifičan pristup prodaji svojih automobila. S obzirom na to da je većina njihovih kupaca mlađih generacija koji su navikli na kupnju preko interneta, Tesla putem svoje internetske stranice omogućuje naručivanje automobila. Svaki kupac prilikom naručivanja može personalizirati model kakav želi, od odabira boja, snage motora, kapaciteta baterija, materijala naplataka („felgi“) te razne dodatne opreme. Nakon uplaćenog pologa, isporuka traje četiri do šest tjedana te se željeni model može dostaviti na kućnu adresu ili preuzeti u lokalnom dostavnom centru.

Tesla svoje modele predstavlja na specifičan način u odnosu na ostale proizvođače automobila. Automobili su najčešće izloženi u trgovinama, po uzoru na američkog

proizvođača mobilnih uređaja Apple. Često se takve trgovine nalaze upravo u trgovačkim centrima radi pristupa većem broju ljudi.



Slika 17. Teslina trgovina u Torontu, Kanada [16]

Tesla je vlasnik svih svojih trgovina i izložbenih centara, njih 200 u svijetu te 112 u SAD-u, prema podacima za 2020. godinu. Ovo je prvi takav slučaj u svijetu, jer Tesla je jedini proizvođač automobila koji nema distributera, već sve automobile prodaju sami. To im osim značajne financijske prednosti, daje veliku prednost prilikom reguliranja cijene automobila, analize potražnje i želja kupaca, te kontrolu pristupa vlastitih zaposlenika prema krajnjem kupcu. Tesla ostvareni profit iz tog sektora reinvestira u bolji pristup svakome kupcu te stvaranje bolje reputacije o brendu. [16]

Danas je Tesla stvorila brend za sebe kao luksuzna marka, koja nagrađuje svoje vjerne kupce s brojnim inovacijama putem softvera, sjajnom korisničkom podrškom, besplatnim ili vrlo jeftinim punjenjem za automobile diljem svijeta i slično. Iako je relativno nova tvrtka, Tesla je za sebe opravdano stvorila ugled kao pouzdan i kvalitetan proizvođač automobila.

3.1.2. Vrijednost tvrtke Tesla

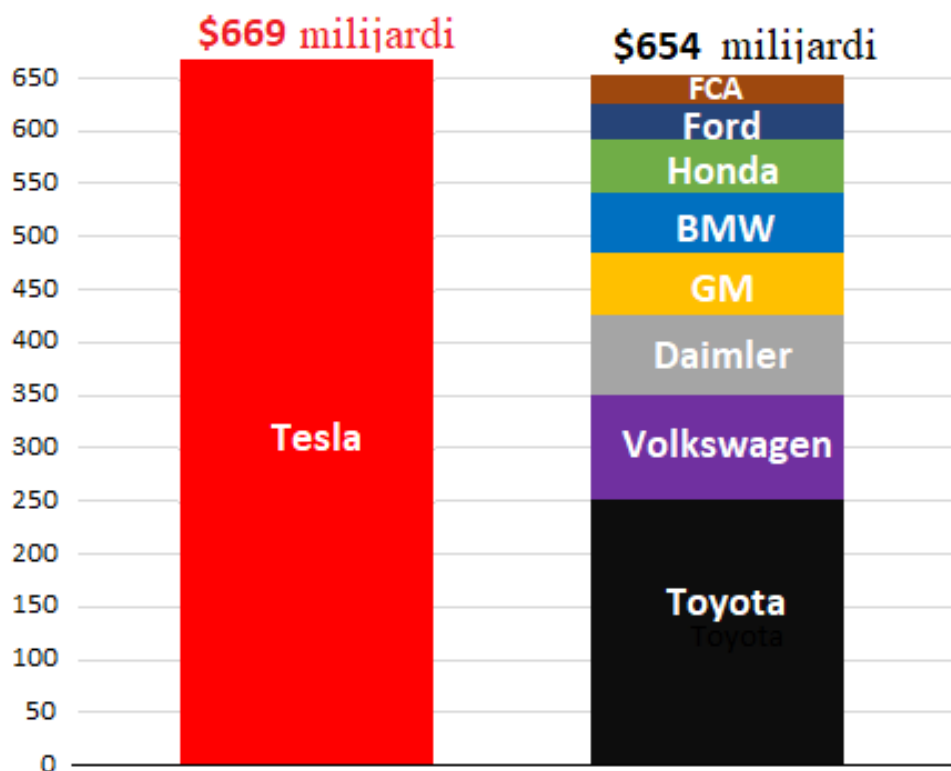
Tvrtka Tesla danas je najvrjednija tvrtka iz industrije automobilskih proizvođača. Elon Musk kao najveći dioničar tvrtke je od siječnja 2021. najbogatiji čovjek svijeta.

Dionicama Tesle se trguje pod oznakom TSLA na burzi Nasdaq, američkoj burzi sa sjedištem u New Yorku. Tesla je član S&P500, indeksa koji prati 500 najvećih američkih tvrtki te se najčešće koristi kao pokazatelj američkog, ali i svjetskog gospodarstva. Član je i NASDAQ-100, burzovnog indeksa koji se sastoji od 100 najvećih tvrtki koje nisu povezane s financijskim sektorom. [17]

Tesla je 2020. godinu završila kao sedma najvrjednija tvrtka na svijetu, ispred nje su se našle američke tvrtke: Apple, Microsoft, Amazon, Alphabet (Google), Facebook te kineska tvrtka Tencent. [17]

Po mišljenju većine ekonomskih stručnjaka, vrijednost tvrtke Tesla je prevelika. Neki takvu vrijednost opravdaju značajnim širenjem na globalnoj razini te ostvarivanjem zadanih ciljeva, poput broja prodanih automobila i otvaranjem novih tvornica u Njemačkoj i Kini. Tesla je američka tvrtka, što je dodatno privuklo brojne svjetske ulagače, koji vjeruju u buduće rezultate koje bi Tesla mogla ostvariti.

Tesla na datum 16. veljače 2021. trguje po cijeni od 796,22 američkih dolara po dionici, a tržišna vrijednost tvrtke je 764,26 milijardi američkih dolara. [17]



Slika 18. Burzovna vrijednost tvrtke Tesla u američkim dolarima u usporedbi s ostalim proizvođačima električnih automobila na dan 31. 12. 2020. [18]

3.2. Teslini automobili

Tesla je u 2020. ostvarila cilj od 500 000 proizvedenih vozila, poticano proizvodnjom novog automobila Model Y i početkom rada tvornice u Šangaju, koja im znatno pomaže u širenju najvećim svjetskih tržištem za električna vozila, kineskom tržištu. [19]

Tesla je započela svoju proizvodnju u 2008. godini s Tesla Roadsterom, a slijedili su modeli Tesla Model S i Model X, a nakon njih Model 3 te posljednji je Model Y.

U 2020. godini je ostvaren cilj od prodanih milijun vozila.

Q4 2020

	Proizvedeno	Dostavljeno	Postotak vozila u najmu
Model S/X	16,097	18,920	11%
Model 3/Y	163,660	161,650	7%
Ukupno	179,757	180,570	8%

2020

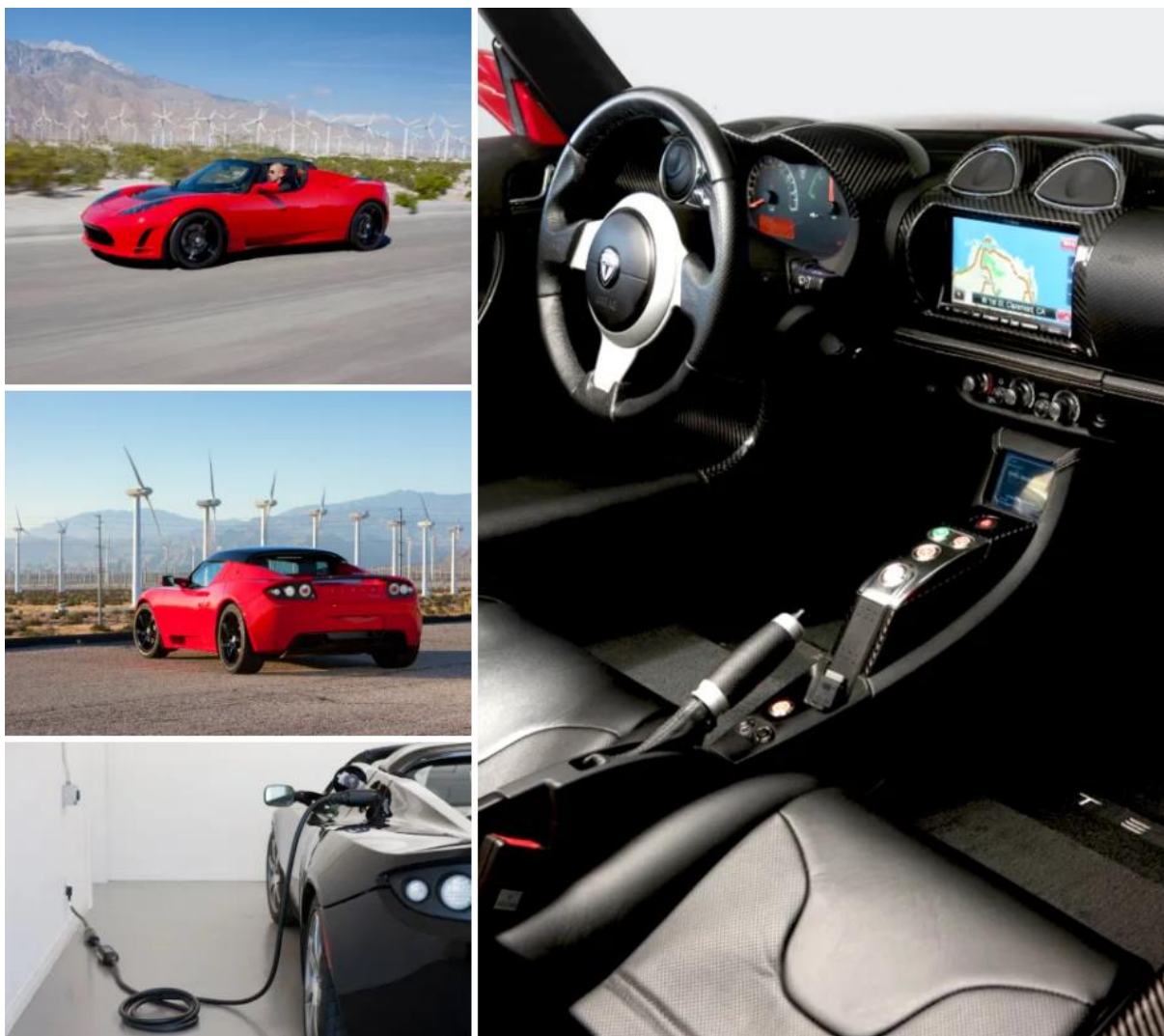
	Proizvedeno	Dostavljeno
Model S/X	54,805	57,039
Model 3/Y	454,932	442,511
Ukupno	509,737	499,550

Slika 19. Teslin broj proizvedenih i prodanih automobila u četvrtom kvartalu 2020. i ukupno u 2020. [19]

3.2.1. Tesla Roadster

Automobil Tesla Roadster predstavljen je u 2006. na događaju za 350 posebno odabranih gostiju, a lokacija je bila zračna luka Santa Monica u Kaliforniji, SAD. Tesla Roadster se proizvodio od 2008. do 2012. godine. Proizvedeno i prodano je 2400 vozila u više od 30 zemalja diljem svijeta. [20]

Početna cijena Tesle Roadstera je bila 110 000 američkih dolara. U Europi je početna cijena bila 112 000 eura prije poreza na dodanu vrijednost. Teslin cilj je ovim modelom bio konkurirati sportskim automobilima kojima je cijena bila i do trostruko veća. Roadster je imao snagu motora od 185 ili 215 kW, odnosno 248 ili 288 konjskih snaga, ovisno o odabranom modelu. Jednim punim punjenjem baterija moguće je ostvariti gotovo 400 kilometara vožnje, a punjenje traje otprilike 4 h. Ubrzanje od 0 do 100 km/h ovaj automobil ostvaruje za 3,7 sekundi, čime je konkurirao sportskim vozilima tog doba. Maksimalna brzina je 210 km/h, a duljina vozila je 3946 mm, [Slika 20]. [20]



Slika 20. Tesla Roadster [20]

Tesla Roadster je od samog početka nailazio na probleme zbog velike mase baterija. Odabir materijala za konstrukciju je bio izuzetno bitan zbog postizanja visokog omjera snaga/masa da bi se postiglo što veće ubrzanje. Utjecajan faktor je također bio postizanje atraktivnosti automobila kojim bi se opravdala visoka cijena.

Teslini inženjeri su na razvoju ovoga automobila radili u saradnji s britanskim proizvođačem Lotus, a proces dizajna i testiranja trajao je više od dvije godine. Prilikom izrade dijelova za vozila, korištena je metoda prešanja smole (engl. *Resin transfer molding*, RTM) za proizvodnju kompozitnih komponenti. Karoserijske ploče su sendvič-konstrukcija, koja se sastoji od dva sloja ugljičnih vlakana odvojenih jezgrom, koja se sastoji od staklenih vlakana i

polipropilena. Takve vrlo uske sendvič-konstrukcije su kapsulirane epoksidnom smolom, te im je debljina regulirana s dva velika bloka od čelika. Da bi se na kraju ostvarila glatka površina za završno bojanje, koristi se posebna vrsta premaza koji se lijepi za smolu [Slika 21].

Korištenje ovakve vrste konstrukcije, omogućilo je da savojna čvrstoća ostane ista kao kod čeličnih konstrukcija, a izgubilo se oko 25 kilograma na masi šasije u usporedbi sa šasijom izrađenom od kompozita sa staklenim vlaknima. [21]



Slika 21. Konstrukcija donje strane prtljažnika u Tesla Roadsteru od ugljičnih vlakana [21]

3.2.2. Tesla Model S i Tesla Model X

Tesla model S predstavljen je u 2012. godini i još uvijek se proizvodi te je do sada prodano preko 250 000 primjeraka diljem svijeta. Model S je luksuzna limuzina s pet vrata. Početna cijena ovog modela u 2012. godini bila je oko 95 000 američkih dolara, dok je trenutna cijena 69 420 američkih dolara. Trenutna cijena za Model S Long range za hrvatsko tržište je 669 990 kuna. [22]

Model S je ostvario veliki svjetski uspjeh. U Norveškoj u rujnu i prosincu 2013. godine te u Danskoj u prosincu 2015. godine bio je najprodavaniji automobil. Na tržištu SAD-a dominirao je kao najprodavaniji električni automobil u 2015. i 2016. godini, te je također predvodio u sektoru prodaje luksuznih automobila. Najsnažniji model Tesla Model S Plaid

ima ubrzanje od 0 do 100 km/h za 2,1 sekundu, te snagu od 760 kW (1020 konjskih snaga). Procijenjen doseg mu je 628 km, a najveća brzina 322 km/h. Doseg Modela S Long Range je najveći od svih proizvođača električnih automobila, procijenjeno je 668 km s jednim punjenjem. Ovisno o paketu baterija te snazi motora, Model S teži od 1960 do 2250 kilograma. [22]

Tesla Model X javnosti je predstavljen u 2013. godini. Prve isporuke krenule su tek sredinom 2015. zbog velikog broja narudžbi Modela S. Model X spada u kategoriju potpuno električnih luksuznih terenaca. U vozilo se može smjestiti do sedmero putnika. Početna cijena vozila bila je oko 110 000 američkih dolara, dok je trenutno ta cijena oko 80 000 američkih dolara. Početna cijena Modela X Long Range za hrvatsko tržište iznosi 749 990 kuna. [22]

U cijelom svijetu je prodano preko 100 000 primjeraka Modela X. Ovisno o varijanti, može težiti od 2300 do 2450 kilograma. Najbrža verzija je Plaid, koji od 0 do 100 km/h stiže za 2,6 sekundi, a 400 m prelazi za 9,9 sekundi iz stanja mirovanja. Procijenjeni doseg je 547 km, a Model X long range verzija ima procijenjen doseg od 580 km po punjenju. Ima impresivnih 2577 litara prostora za odlaganje. [22]

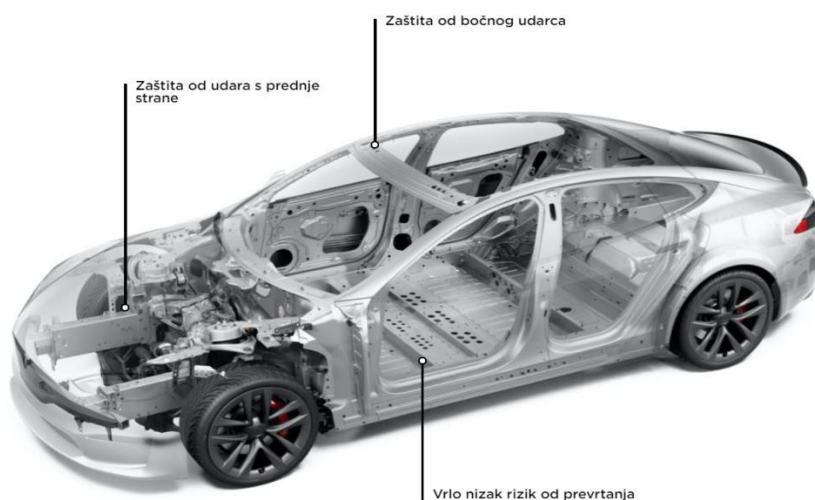


Slika 22. Tesla Model X Plaid iz 2021. [22]



Slika 23. Tesla Model S Plaid iz 2021. [22]

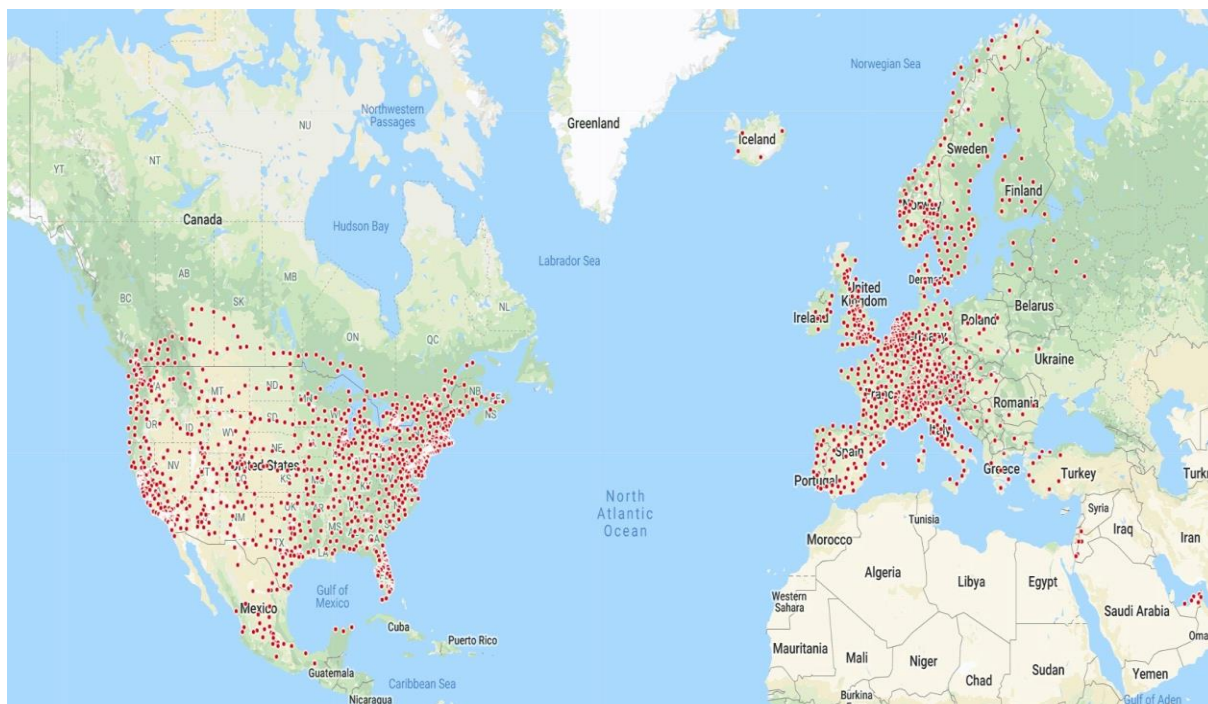
S obzirom na povećavanje proizvodnje, opcija korištenja ugljičnih vlakana kao kod modela Roadster nije bila financijski prihvatljiva, a i takva ideja stvarala je problem prilikom dobave materijala. Za izradu šasije automobila od 2012. koristi se aluminij. Otprilike 98 % šasije Tesli sastoji se od aluminija. Ukupna masa aluminija u Tesli Model S iznosi 190 kilograma, dok je prosječna masa baterija 540 kilograma. S obzirom na to da su baterije smještene u donjem dijelu tijela automobila, ovaj model ima manju opasnost od prevrtanja u usporedbi s ostalim modelima. Donji dio zaštićen je titanijem visoke čvrstoće koji štiti bateriju. [22]



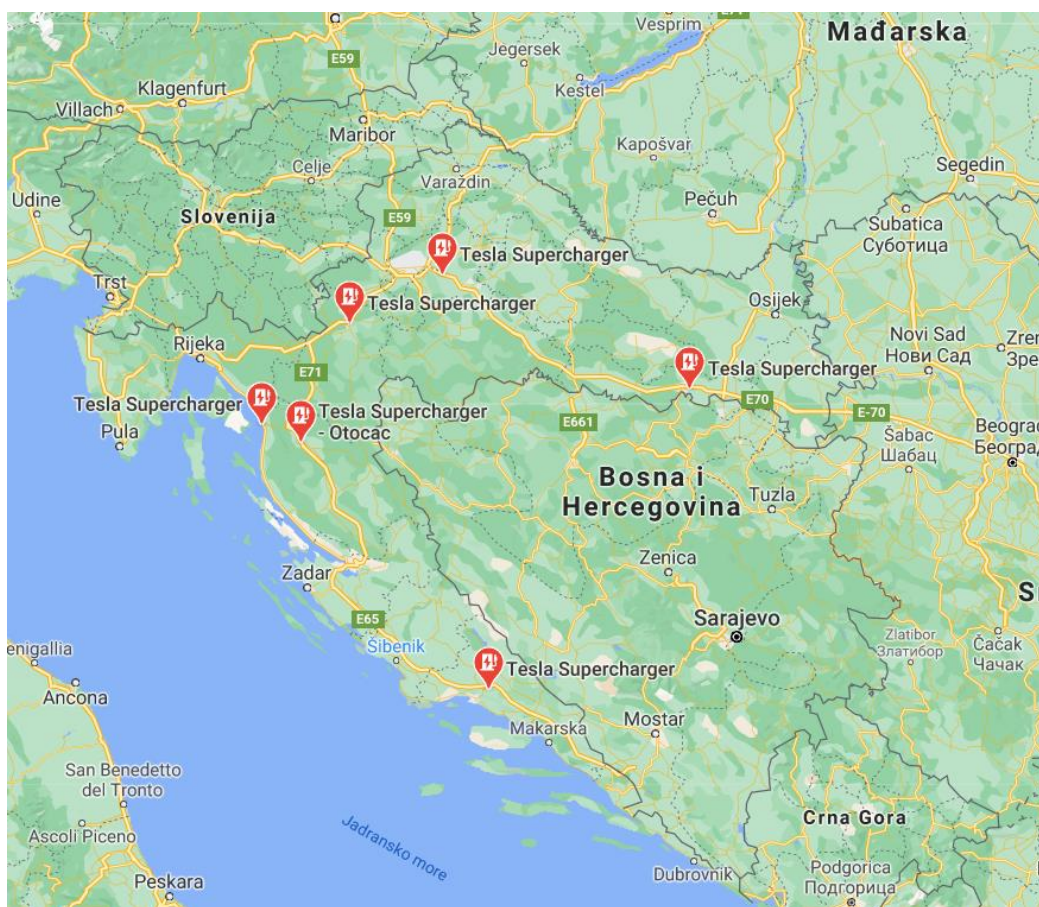
Slika 24. Šasija Tesle Modela S [22]

Razvojem ova dva modela započeo je i značajni razvoj Teslinih proizvoda. Specifičnost Tesle je to što svoje softvere redovito ažurira bežično. Za značajke za koje je potrebno dodatno plaćanje, Tesla omogućuje da se i nakon isporuke automobila dodatnim plaćanjem otključaju tražene značajke. Svi Teslini automobili isporučuju se sa značajkom „Standard connectivity“, koja omogućuje navigaciju, pregled videa, glazbe i interneta. Najtraženija značajka je autopilot, koji omogućuje da se Tesla vozi bez potrebe za upravljanjem vozača. Ovo je i jedan od dugoročnih ciljeva Tesle, ali i autoindustrije općenito, u kojem bi autonomni sustavi upravljali vožnjom jer su puno sigurniji od samih ljudi. U Teslinim je vozilima dostupno također automatsko parkiranje, u kojem vozilo samo pronalazi idealno mjesto za parking, te sve radnje odrađuje sam, te dozivanje, u kojem Tesla pronalazi svog vlasnika te dolazi od njega ovisno o njegovoj lokaciji. [16]

Razvojem je pokrenuta i mreža Teslinih punjača diljem svijeta pod nazivom Tesla Supercharger, kojih je u 2020. bilo 16 103 na 1826 postaja. Najviše postaja nalazi se u SAD-u, čak 908 postaja [Slika 25], dok u Hrvatskoj trenutno ima šest punionica [Slika 26]. Kupci Teslinih modela prije 1. siječnja 2017. ostvarili su pravo na besplatno punjenje na bilo kojoj postaji, dok se za ostale kupce naplaćuje cijena od otprilike 23 američka dolara po punjenju (144 kn) ili 0,28 dolara (približno 1,75 kuna) po kWh. [23] Uzevši u obzir procijenjeni doseg od okvirno 550 km s jednim punjenjem, može se procijeniti trošak vožnje od samo 26 kuna na 100 km.



Slika 25. Teslini punjači za Europu i Sjevernu Ameriku [23]



Slika 26. Teslini punjači u Hrvatskoj [23]

3.2.3. **Tesla Model 3 i Tesla Model Y**

Tesla Model 3 i Model Y su nastavili plan širenja prema većem broju kupaca s pristupačnijim cijenama od dosadašnjih modela. S obzirom na niže cijene, a pristup gotovo svim značajkama te atraktivnim izgledom, ovi Teslini modeli ostvaruju rekordne brojke u prodaji.

Tesla Model 3 najprodavaniji je električni automobil tri godine za redom. Predstavljen je u 2016. godini, a isporuke su krenule u 2017. Početna cijena vozila je 35 400 američkih dolara za Standard Range Plus. za hrvatsko tržište isti model košta 319 990 kuna, dok početna cijena Modela 3 Performance iznosi 54 990 američkih dolara, odnosno 449 990 kuna za hrvatsko tržište. [24].

Niža cijena Modela 3 i Modela Y rezultirali su korištenjem cijenovno pristupačnijih materijala. Koriste se meki čelik, visokočvrsti čelik, ultračvrsti čelik te aluminij. Unatoč korištenju jeftinijih materijala, Tesla Model Y i Model 3 na sigurnosnim testovima ostvaruju najviših 5 zvjezdica te bolje rezultate od konkurentnog vozila Volvo S60 koji je do sada ostvarivao najbolje rezultate u sigurnosnim segmentima.



Performance Dvostruki motor	Long Range Dvostruki motor	Standard Plus Stražnji kotač
Ubrzanje		
3,3s 0 – 100 km/h	4,4s 0 – 100 km/h	5,6s 0 – 100 km/h
Doseg		
567 km (WLTP)	580 km (WLTP)	448 km (proc.)
Najveća brzina		
261 km/h	233 km/h	225 km/h
Kotači		
Kotači Überturbine od 20"	Kotači Aero od 18" Sportski kotači od 19"	Kotači Aero od 18" Sportski kotači od 19"

Slika 27. Tesla Model 3 specifikacije za različite opcije u 2021. [24]

Prodano je više od 815 000 primjeraka Modela 3. Razlog značajnog porasta Modela 3 u 2020. je bio zbog uspješnih pokazatelja na tržištu. Model 3 spada u manje luksuzne limuzine s četiri vrata.

Istraživanja su pokazala da cijena rabljenog Modela 3 nakon tri godine od kupovine značajno manje opada u odnosu na Tesline konkurente [Slika 28]. Pretežiti je razlog tome zadovoljstvo kupaca vozilom, besplatnim ažuriranjem softvera, korištenjem punjača te općenitim iskustvom vožnje. Tesla također privlači kupce sa znatno jeftinijim održavanjem vozila, gdje

s obzirom na tradicionalna vozila nije potrebna godišnja promjena ulja, kupnja novih dijelova i slični problemi koji se javljaju kod konkurencije. [25]

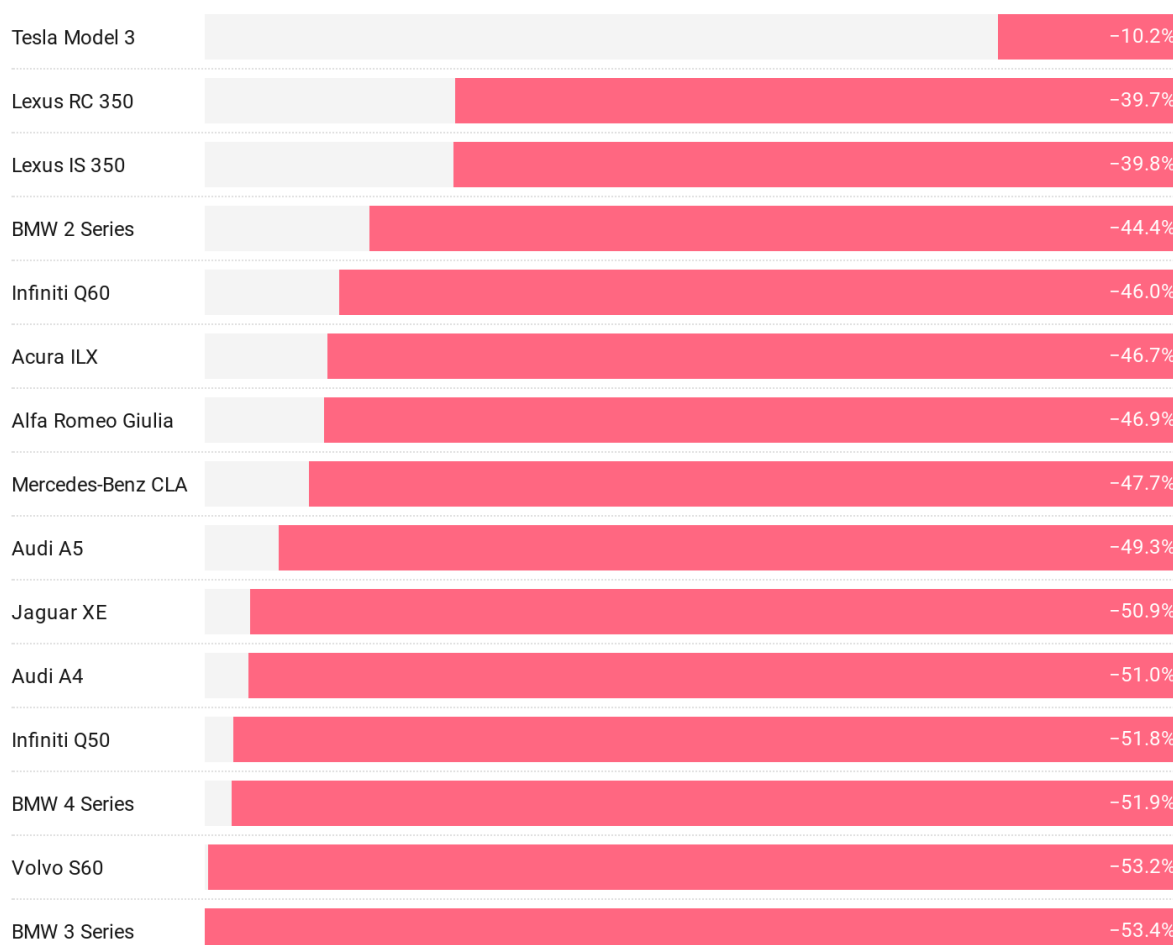


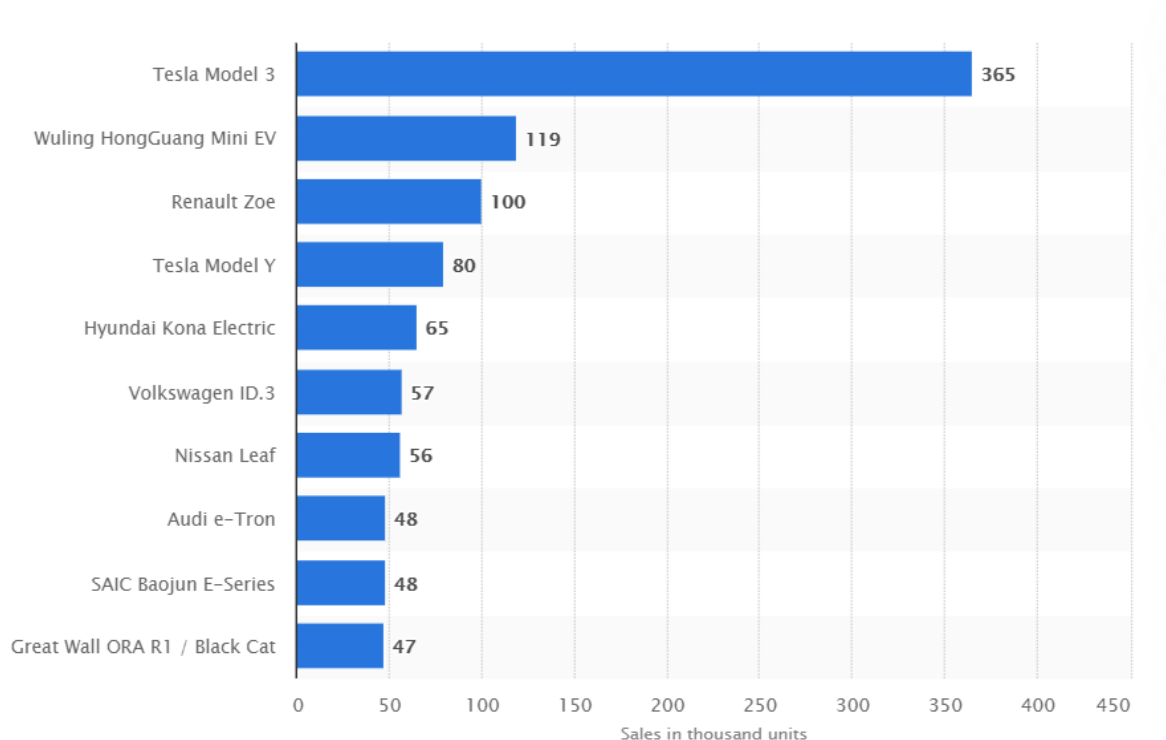
Chart: CleanTechnica • Source: iSeeCars.com • Created with Datawrapper

Slika 28. Pad vrijednosti automobila nakon tri godine za Model 3 i njegove konkurente [25]

Tesla Model Y je potpuno električno kompaktno terensko vozilo. Predstavljen je u ožujku 2019. godine, a proizvodnja je započela u siječnju 2020. te su prve isporuke bile u ožujku iste godine. Model Y dijeli platformu te čak 75 % dijelova s Modelom 3. Cijene Modela Y kreću se oko 43 190 američkih dolara za Standard Range, dok cijena najskupljeg Long Range Performace modela iznosi 61 190 američkih dolara. Najskuplji model donosi ubrzanje od 0 do 97 km/h za 3,5 sekundi, maksimalnu brzinu od 250 km/h te udaljenost od 488 km s jednim punjenjem. [27]

Model Y prvi je Teslin model koji za grijanje unutrašnjosti koristiti toplinsku pumpu. Umjesto klasičnog električnog grijanja, upotrebom toplinske pumpe omogućit će se 40 % veći domet na okolišnim temperaturama nižim od -7 °C, prilikom kojih se troši velika količina energije za zagrijavanje unutrašnjosti automobila. [27]

Iako je Model Y započeo s isporukama tek u ožujku te s isporukama samo za SAD, 2020. je završio kao 4. u kategoriji prodanih potpuno električnih automobila [Slika 29]. Za 2021. se očekuje značajan porast u prodaji zbog početka proizvodnje u tvornicama u Berlinu i Šangaju, ali i općenito zbog velike potražnje za kompaktnim terencima na tržištu.



Slika 29. Broj prodanih potpuno električnih automobila u svijetu u 2020. [26]

Na [Slika 29] vrijedi primijetiti i izrazitu dominaciju Teslinog Modela 3 u broju prodanih potpuno električnih vozila u svijetu u 2020. godini.



Slika 30. Tesla Model Y(lijevo) i Model 3 (sredina) prilikom punjenja na punjaču [27]

3.2.4. Najavljeni Teslini modeli

Elon Musk je najavio nekoliko modela koji će se gotovo sigurno pojaviti u budućnosti.

3.2.4.1. Tesla Roadster druge generacije

Tesla Roadster druge generacije najavljen je s početnom cijenom od 200 000 američkih dolara. Uz atraktivan izgled, pružao bi odlične performanse: ubrzanje od 0 do 100 km/h za 2,1 sekundu, najveću brzinu od preko 400 km/h te prelazak 400 m (četvrt milje) iz stanja mirovanja za 8,8 sekundi. Najavljen domet za jedno punjenje se planira na 1000 km [Slika 28]. [28]



Slika 31. Najavljeni Tesla Roadster druge generacije [28]

3.2.4.2. *Tesla Cybertruck*

Tesla Cybertruck predstavljen je javnosti 2019. godine, a Elon Musk je rekao da se isporuka prvih vozila može očekivati tek u 2021., a masovna proizvodnja tek 2022. Tesla se ovim modelom planira predstaviti u tržištu kamioneta, u kojem dominira američki proizvođač Ford F-serije i Chevrolet Silverado. Najavljena početna cijena modela je 40 000 američkih dolara. [29]



Slika 32. Najavljeni kamionet Tesla Cybertruck [29]

3.2.4.3. Električni kamion Tesla Semi

Električni kamion Tesla Semi se trebao započeti proizvoditi u 2019. godini, a 2017. je predstavljen u javnosti. Međutim, tvrtka Tesla je naišla na probleme prilikom nabave velikih količina baterija koje bi bile potrebne za pogon takvih kamiona. Planirane su dvije verzije, jedna s dometom od 480 km i druga s 800 km. Obje verzije kamiona bi trebale biti pogonjene s četiri električna motora te opremljene sa značajkama poput autopilota, koja bi omogućila potpuno autonomno upravljanje. Musk je najavio da je cilj ostvariti da Teslini kamioni putuju bez ljudskog utjecaja. Mnoge druge velike tvrtke su se također uključile u razvoj potpuno električnih kamiona za vlastite i komercijalne potrebe. [29]



Slika 33. Teslin električni kamion Semi [30]

Elon Musk je najavio i proizvodnju još jeftinijeg automobila, čija bi početna cijela bila oko 25 000 američkih dolara. Koncept još nije najavljen, a ciljano tržište bi bili manji automobili, u kojima trenutno u prodaji dominira Toyota sa svojim modelima Camry i Corolla, te Honda sa svojim modelom Civic. Godina u kojem model se očekuje još nije poznata. [29]

4. ZAKLJUČAK

Ciljevi održivog razvoja uključuju korištenje održivih izvora energije, te se treba težiti za korištenjem što više prirodnih izvora energije poput sunce, vjetra, vode i dr. kako bi se, između ostalog, se smanjilo zagađenje okoliša. Iz iznesenih podataka u ovom završnom radu zaključujemo da je upravo korištenje automobila pogonjenih izgaranjem fosilnih goriva zaslužno za emitiranje velikih količina stakleničkih plinova u atmosferu, te raznih štetnih plinova i krutih čestica u gradovima. Električni automobili su budućnost, te se uz obrazovanje ljudi, te financijske poticaje vlada, poput norveške vlade, može napraviti puno u zaštiti planeta i postizanja zdravije životne sredine. Tvrtka Tesla je sjajan primjer inovativne tvrtke koja uz korištenje obnovljivih izvora energije ostvaruje rekordne rezultate u prodaji. Daljim razvojem baterija, snižavanjem vremena punjenja te same cijene baterija, električni automobili će postati pristupačniji većem broju ljudi, te na taj način i dugoročno najbolja opcija u ekološkom, gospodarskom i društvenom smislu.

LITERATURA

- [1] Gudelj I. Ciljevi održivog razvoja-Provedba na globalnoj razini i provedbeni status u Republici Hrvatskoj. *Hrvatske vode*. 2019;27(109):245-251
https://www.bib.irb.hr/1050717/download/1050717.HV_109_2019_245_Gudelj.pdf, pristupljeno: 3. veljače 2021.
- [2] Dobrovoljni nacionalni pregled ciljeva održivog razvoja za Hrvatsku:
<https://www.hgk.hr/documents/dobrovoljni-nacionalni-pregled-ciljevi-odrzivog-razvoja-hrvatska5d2daef212fdc.pdf>, pristupljeno: 3. veljače 2021.
- [3] Overview of Greenhouse Gases Emissions, US EPA:
<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>, pristupljeno: 4. veljače 2021.
- [4] CO2 emissions from cars: facts and figures, European Parliament,
<https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissions-from-cars-facts-and-figures-infographics> pristupljeno: 4. veljače 2021.
- [5] WHO: Europe, Air quality - Data and statistics: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/data-and-statistics>, pristupljeno 4. veljače 2021.
- [6] Where is Europe's air safe to breathe, DW: <https://www.dw.com/en/where-is-europes-air-safe-to-breathe/a-46189571>, pristupljeno 6. veljače 2021.
- [7] Zagađenje zraka: Hrvatska nije značajno ugrožena , DW :
<https://www.dw.com/hr/zaga%C4%91enje-zraka-hrvatska-nije-zna%C4%8Dajno-ugro%C5%BEEena/a-46632727>, pristupljeno 6. veljače 2021,
- [8] Zrak u Zagrebu danas je bio najzagađeniji na svijetu, zna se i što je uzrok - Poslovni dnevnik: <https://www.poslovni.hr/hrvatska/zrak-u-zagrebu-danas-je-bio-najzagadeniji-na-svijetu-4222505>, pristupljeno 7. veljače 2021.
- [9] Cities and Pollution, United Nations: <https://www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/cities-pollution>, pristupljeno 9. veljače 2021.
- [10] Which is the world's most polluted city, World Economic Forum:
<https://www.weforum.org/agenda/2015/06/which-is-the-worlds-most-polluted-city/>
pristupljeno 9. veljače 2021.

- [11] EV-Volumes - The Electric Vehicle World Sales Database: <https://www.ev-volumes.com/>, pristupljeno 10. veljače 2021.
- [12] Norwegian EV policy : <https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/>, pristupljeno 10. veljače 2021.
- [13] Poticaji za kupnju električnih automobila u Hrvatskoj u 2020.: <https://www.cee.hr/poticaji-za-kupnju-elektricnih-automobila-u-2020/>, pristupljeno 10. veljače 2021.
- [14] History of Tesla: Timeline and Facts: <https://www.thestreet.com/technology/history-of-tesla-15088992>, pristupljeno 11. veljače 2021.
- [15] Tesla: A Successful Entrepreneurship Strategy: <https://www.westga.edu/~bquest/2017/tesla2017.pdf>, pristupljeno 11. veljače 2021.
- [16] Tesla Business Model (2020): <https://bstrategyhub.com/tesla-business-model-tesla-business-model-canvas/>, pristupljeno 11. veljače 2021.
- [17] Tesla, Inc. (TSLA) Stock Price, News, Quote & History: <https://finance.yahoo.com/quote/TSLA/>, pristupljeno 16. veljače 2021.
- [18] Tesla Finally Almost Hit 500,000 Deliveries, Two Years Behind its Promise, for a Global Market Share of... 0.7%: <https://wolfstreet.com/2021/01/02/tesla-finally-almost-hit-500000-deliveries-2-years-behind-its-2016-promise-for-a-global-market-share-of-0-7/>, pristupljeno 12. veljače 2021.
- [19] Tesla delivers nearly 500,000 vehicles in 2020, TechCrunch: <https://techcrunch.com/2021/01/02/tesla-delivers-nearly-500000-vehicles-in-2020/>, pristupljeno 12. veljače 2021.
- [20] Tesla launched the Roadster exactly 10 years ago and came out of stealth mode - Here's a trip down memory lane: <https://electrek.co/2016/07/19/tesla-roadster-debut-10-years-ago-gallery/>, pristupljeno 13. veljače 2021.
- [21] Cut From A Different Cloth, Tesla: https://www.tesla.com/hr_HR/blog/cut-different-cloth?redirect=no, pristupljeno 13. veljače 2021.
- [22] Model S, Tesla: https://www.tesla.com/hr_hr/models, pristupljeno 13. veljače 2021.
- [23] Tesla updates 2020: Supercharger map with new locations, Electrek: <https://electrek.co/2020/01/01/tesla-updates-2020-supercharger-map/>, pristupljeno 13. veljače 2021.
- [24] Električni automobili, solarna i čista energija, Tesla: https://www.tesla.com/hr_hr/, pristupljeno 13. veljače 2021.

- [25] Tesla Introduced A Business Model The World Has Not Seen Before: <https://cleantechnica.com/2020/08/29/tesla-introduced-a-business-model-the-world-has-not-seen-before/>, pristupljeno 14. veljače 2021.
- [26] Worldwide electric vehicle sales by model 2020, <https://www.statista.com/statistics/960121/sales-of-all-electric-vehicles-worldwide-by-model/>, pristupljeno 14. veljače 2021.
- [27] Tesla Model Y prototype spotted with hatch opened next to Model 3: <https://electrek.co/2019/10/21/tesla-model-y-next-model-3-hatch/>, pristupljeno 14. veljače 2021.
- [28] Roadster, Tesla: https://www.tesla.com/hr_HR/roadster?redirect=no, pristupljeno 14. veljače 2021.
- [29] Tesla 2021, What we expect to see from Elon Musk and company, Roadshow: <https://www.cnet.com/roadshow/news/tesla-elon-musk-model-s-plaid-cybertruck-semi-gigafactory/>, pristupljeno 14. veljače 2021.
- [30] Tesla Semi: <https://www.tesla.com/semi>, pristupljeno 14. veljače 2021.

PRILOZI

I. Optički disk