

Prednosti umjetne inteligencije na primjeru kompanije Tesla, Inc.

Gospić, Matija

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:364612>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-17**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu

Ekonomski fakultet

Integrirani preddiplomski i diplomski studij

Poslovna ekonomija – smjer Menadžerska informatika

**Prednosti umjetne inteligencije na primjeru kompanije
Tesla, Inc.
Advantages of artificial intelligence: Case study – Tesla, Inc.**

Diplomski rad

Student: Matija Gospić

JMBAG studenta: 0248057667

Mentor: dr. sc. Dalia Suša Vugec

Zagreb, veljača 2022.

Matija Gospić

Ime i prezime studenta/ice

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je Diplomski rad
(vrsta rada)
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Student/ica:

U Zagrebu, 20.11.2021.

M. Gospić
(potpis)

ZAHVALA

Htio bih zahvaliti svojoj majci i sestri koje su mi kroz fakultetsko obrazovanje uvijek bile podrška i olakšale sve prepreke. Isto tako spomenuo bih zaručnicu Anu koja mi je pokazala što znači upornost i strpljenje.

Hvala vam!

SAŽETAK

U radu se obrađuje važnost razvoja umjetne inteligencije na primjeru kompanije Tesla, Inc. Prikazan je razvoj umjetne inteligencije od grčkih filozofa do današnjih dana. Umjetna inteligencija ima potencijal postati generator rasta većeg broja industrija. U idućih deset godina kompanije i države koje zapostave razvoj umjetne inteligencije sučit će se sa nižim stopama razvoja, čak i stagnacijom poslovanja. Obrađuju se pojedini sektori industrije u kojima umjetna inteligencija može unaprijediti proizvodnju. Rad u fazama prikazuje razvoj automobilske industrije kroz povijest i disruptivan učinak koji je kompanija Tesla Inc., imala na globalnu automobilsku industriju. Kao predvodnik u razvoju autonomne vožnje prikazuju se prednosti i nedostaci spomenute kompanije te njene perspektiva. U praktičnom dijelu rada uspoređuje se hrvatska kompanija Rimac automobili i Tesla Inc. Industrija automobila se mijenja, a sa njom i povezani proizvodi te je važno kako hrvatska poduzeća konkuriraju na inozemnim tržištima.

SUMMARY

The paper discusses importance of artificial intelligence on the example of Tesla, Inc. The development of artificial intelligence from Greek philosophers to present day is shown. Artificial intelligence has the potential to become a growth generator for a number of industries. In the next ten years, companies that neglect its development will face lower rates of development, even business stagnation. Individual sectors of industry in which artificial intelligence can improve are covered. The phased work shows the development of the automotive industry through the history and the disruptive effect that Tesla Inc. has had on the global automotive industry. As a leader in the development of autonomous driving, the advantages and disadvantages of the mentioned company are presented. The practical part of the paper compares the Croatian company Rimac automobili and Tesla Inc. The car industry is changing, and with it the related products, so it is important how Croatian companies compete in foreign markets.

SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
1.1. Predmet i cilj rada	1
1.2. Metode istraživanja i izvori podataka	1
1.3. Sadržaj i struktura rada	2
2. Umjetna inteligencija	3
2.1. Nastanak i razvoj umjetne inteligencije.....	3
2.1.1. Rani razvoj umjetne inteligencije	3
2.1.2. Razvoj umjetne inteligencije u srednjem vijeku.....	5
2.1.3. Razvoj umjetne inteligencije u suvremeno doba	8
2.2. Pametni sustavi u poslovanju.....	12
2.2.1. Implementacija umjetne inteligencije u poslovanje.....	12
2.2.2. Internet stvari	18
2.2.3. Etički problemi umjetne inteligencije u poslovanju	20
3. Kompanija Tesla, Inc	22
3.1. Povijest automobilske industrije	22
3.2. Razdoblje ideje kao temelj kompanije Tesla, Inc.	26
3.3. Razdoblje proizvodnje	30
3.3.1. Elon Musk.....	41
3.3.2. Utjecaj kompanije Tesla na industriju	43
3.4. Budućnost kompanije Tesla.....	48
3.5. SWOT analiza kompanije	49
3.5.1. Snage - Strengths	49
3.5.2. Slabosti - Weaknesses.....	49
3.5.3. Prilike - Opportunities.....	50
3.5.4. Prijetnje - Threats.....	50

4. Komparativna analiza kompanija Tesla Inc. i Rimac automobili.....	51
4.1. Rimac automobili.....	52
4.2. Komparativna analiza proizvodnog sustava	54
4.3. Komparativna analiza tehnološkog procesa.....	57
4.4. Komparativna analiza ciljeva proizvodnje.....	59
4.5. Komparativna analiza prednosti korištenja umjetne inteligencije	60
5. Zaključak.....	63
ŽIVOTOPIS.....	64
LITERATURA	65
POPIS SLIKA.....	77

1. Uvod

U prvom, uvodnom poglavlju definirani su predmet i cilj rada, tehnike pomoću kojih provodi pisanje rada te je dano obrazloženje sadržaja i strukture rada.

1.1. Predmet i cilj rada

Umjetna inteligencija (engl. *Artificial Intelligence*) često se koristi kao termin za obrazloženje procesa koji se odvijaju u modernom dobu. Suvremeni razvoj tehnologije poistovjećuje se sa njom, a razmišljanje je unutar znanstvene zajednice da „običan“ čovjek nije upoznat dovoljno sa terminom, niti kako ona utječe na život građanstva. S obzirom na brzinu razvoja, postoji velika vjerojatnost da će se pojedinac u svom profesionalnom životu susresti s tom vrstom tehnologije.

Cilj ovog rada je objasniti prednosti tehnologije umjetne inteligencije na primjeru predvodnika industrije, kompanije Tesla, Inc, opisati kako je kompanija nastala, te obrazložiti ideju koja se nalazi iza spomenute kompanije, kao i njenu misiju i viziju. U radu se također prikazuje usporedba globalne kompanije kao što je Tesla, Inc i kompanije čiji je cilj to postati, Rimac automobili. Spomenute kompanije svojim poslovanjem stvaraju disruptiju u industriji automobila, te je važno spomenuti sličnosti, prednosti i nedostatke. Tehnologija umjetne inteligencije stvara promjenu u pogledu na industriju, na to kako se gleda na proizvod, odnosno, u ovom slučaju na automobil koji je kao prijevozno sredstvo esencijalan za moderno društvo.

1.2. Metode istraživanja i izvori podataka

Prilikom izrade rada korištene su metode prikupljanja podataka iz sekundarnih izvora. Podaci su prikupljeni kroz stručnu literaturu u vidu znanstvenih članaka koji se bave umjetnom inteligencijom i njenom implementacijom u suvremenom poslovanju. U istraživačkom dijelu se pretežno koristi metoda analize poslovanja odabranih kompanija. Uz spomenute metode, u radu su odabrane sljedeće statističke metode: metode komparacije (uspoređivanje određenog broja entiteta ili pojava te izvođenje zaključaka), metode analize (rašćlanjivanje cjeline na dijelove u svrhu proučavanja), metode deskripcije (opisivanje određenih pojava ili entiteta),

metode sinteze (povezivanje činjenica nastalih metodom analize u jednu cjelinu) i metode indukcije¹.

1.3. Sadržaj i struktura rada

U prvom dijelu rada objašnjava se nastanak pojma *umjetna inteligencija* i njeno korištenje u poslovanju. Također, obrađuje se pojam 'Internet stvari' (engl. Internet of Things – IoT) koji je vezan za implementaciju umjetne inteligencije u svakodnevni život te etičke probleme koje uzrokuje umjetna inteligencija.

Drugi dio rada obuhvaća pregled razvoja automobilske industrije kroz povijest. Nakon toga se objašnjava napredak kompanije Tesla, Inc i njene vodeće osobe Elona Muska te se daje analiza utjecaja na industriju. U završnom poglavlju istražuje se perspektiva kompanije Tesla, Inc u budućnosti.

U posljednjem dijelu rada se uspoređuje konkurentnost kompanije Rimac automobili i grupacije Tesla, Inc. Time se vrši pregled kompetentnosti hrvatske tehnologije u globalnoj perspektivi.

¹ Metoda indukcije jest proces kojim se stvaraju poopćenja te znanstvena metoda kojom se, polazeći od elementarnih i društvenih podataka, oblikuju njima odgovarajuće veze, zakoni i predviđanja događaja (Hrvatska enciklopedija, 2021. A).

2. Umjetna inteligencija

U poglavlju se definira značenje i porijeklo pojma *umjetna inteligencija* i njena implementacija u različitim industrijama. Također, dan je osvrt na tehnologiju 'Internet stvari' (engl. *Internet Of Things*)² te se na kraju pojašnjavaju etički problemi koji su vezani uz implementaciju umjetne inteligencije.

2.1. Nastanak i razvoj umjetne inteligencije

U nastavku rada se, kroz faze razvoja umjetne inteligencije, promatraju i objašnjavaju komponente unutar same znanosti te sazrijevanje ljudske misli. Prema tome, u nastavku je prikazan rani razvoj umjetne inteligencije, njen razvoj kroz srednji vijek te moderno doba.

2.1.1. Rani razvoj umjetne inteligencije

Umjetna inteligencija jest dio računalne znanosti (informatike) koji se bavi razvojem sposobnosti računala da obavljaju zadaće za koje se potreban neki oblik inteligencije, tj. sposobnosti računala da se mogu snalaziti u novim prilikama, učiti nove koncepte, donositi zaključke, razumjeti prirodni jezik, raspoznavati prizore i dr. (Hrvatska enciklopedija, 2021., B).

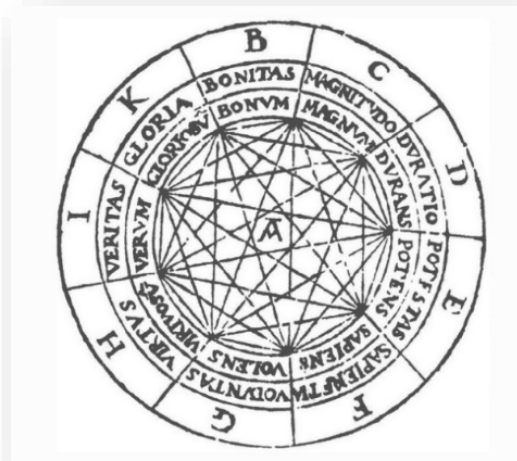
Platon u svojim diskusijama propituje stvarno značenje inteligencije odnosno smatra da inteligentna osoba ne mora nužno imati ogromnu bazu znanja o svijetu oko sebe. Kroz komunikaciju sa suvremenicima o pojmovima „*što je pravično ponašanje a što krivo?*“, otkriva da su društvene norme određenim dijelom utemeljene na predrasudama u odnosu na stvarno znanje. Njegove filozofske misli imaju direktan utjecaj na umjetnu inteligenciju danas. Primjerice, sve veći broj industrijskih grana implementira 'pametne' (engl. *Smart*) sustave i prenose razmišljanja i predrasude pojedinaca unutar istih, što može dovesti do neželjenih problema poput rasističkih osuđivanja na zatvorske kazne do zapošljavanja na spolnoj osnovi (Baurmann, 2012.).

² Internet stvari (engl. Internet of Things – IoT) opisuje mrežu fizičkih objekata – 'stvari' – koje su ugrađene sa senzorima, softverom i drugim tehnologijama u svrhu povezivanja i razmjene podataka s drugim uređajima i sustavima putem Interneta (Oracle, 2021., A).

Prema Leavy et al. (2020.), COMPAS³ sustav za predviđanje zločina ozbiljno je prekršio rasne standarde prilikom procesa donošenja odluke. Naime, u sustav su postavljeni parametri osuđenika 'bijele' rase i 'crne' rase. U prvom izračunu sustav je klasificirao 60% osumnjičenika 'crne' rase visoko rizičnima za ponavljanje zločina, u odnosu na 35% osumnjičenika 'bijele' rase. Vrijedi spomenuti da je sustav pogriješio i da su se parametri kretali obrnuto proporcionalno u korist 'crne' rase. Da se takav sustav koristi prilikom suđenja mogao bi dovesti do ozbiljnog narušavanja ljudskih sloboda i društvenih separacija.

Napredak u razmišljanju o mehanizaciji predstavlja knjiga *Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices* autora Ibn Ismail Ibn al-Razazz Al-Jazari-a napisana 1206. godine gdje sažima njemu poznata svjetska saznanja sa svojim životnim iskustvom u jedno djelo. Njegove spoznaje pokazale su tehnološki napredak u polju mehanizacije. Otkriva izume poput vodenih i mehaničkih satova te mlinova izumljena su u Europi stoljećima kasnije (Brown, 2008.).

Stotinu godina poslije, 1308. godine Španjolski učenjak Ramon Lull u putem svog djela *Ars Generalis Ultima* iznosi logički jezik namjeravajući ga koristiti za teološke diskusije. Kružnica se sastojala od različitih segmenata nazvanih prema epitetima vezanim za religijske pojmove (Slika 1). Rotacijom kružnice bi se dolazilo do rješenja filozofskih diskusija. Spomenuti mehanizam je imao veliki utjecaj na kasnije radove njemačkog znanstvenika Gottfrieda Leibniza (Koetsier, 2016.).



Slika 1. *Ars Generalis Ultima*

Izvor: Gill P., 2020.

³ Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions (Leavy et al, 2020.).

2.1.2. Razvoj umjetne inteligencije u srednjem vijeku

Tekstovi Nikole Kopernika u kojima iznosi nepobitne dokaze o heliocentričnom sustavu⁴ u odnosu na prijašnje, uvriježeno mišljenje da se Zemlja nalazi u centru svemira je dovela u pitanje dinamiku kretanja objekata u svemiru. Upravo je taj kvalitativan pomak u razmišljanju doveo do otkrića prvog mehaničkog kalkulatora.

Njemački matematičar Wilhelm Schickard 1623. godine u svojim pismima znanstveniku Johannesu Kepleru iznosi tvrdnje o dinamici kretanja u svemiru koje je koristio prilikom izrade spomenutog kalkulatora. Njegovom napravom omogućen je izračun jednostavnih matematičkih operacija te se koristio dekadskim⁵ brojevnim sustavom sustavom.

U 17. stoljeću je djelovalo nekoliko znanstvenika koji su imali veliki utjecaj na kasniji razvoj računarstva i umjetne inteligencije. Engleski filozof Thomas Hobbes je nazvan prorokom umjetne inteligencije ponajprije radi djela *Leviathan* kojem se osvrće na međuljudske odnose. On je djelovao u doba engleskog građanskog rata i smatrao da se logičkim razmišljanjem može doći do rješenja svakog problema. U praksi po prvi put koristi riječ *computation*, a za svladavanja međuljudskih konflikta koristi matematička rješenja.

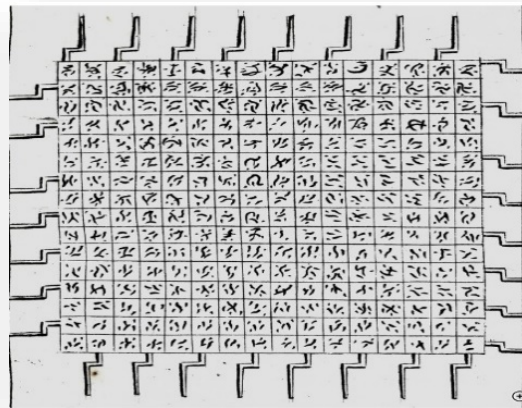
U to vrijeme djelovao je francuski matematičar Blaise Pascal koji 1642. godine dolazi do otkrića prvog digitalnog kalkulatora. Tijekom stoljeća je nekoliko znanstvenika objavljivalo ozbiljan napredak u izradi kalkulatora, ali tek Leibniz radi zaokret u pristupu. Čitajući radove Ramona Lulla dolazi do ideje da za sve ljudske misli ma koliko god one bile kompleksne postoji način da ih se izrazi pomoću simbola. Smatrao je da ako osmisli metodu pomoću koje će simbolički izraziti svoju tvrdnju biti u mogućnosti generirati nove misli na zahtjev (Remnant i Bennet, 1996.).

⁴ Kozmološki model u kojem se pretpostavlja da Sunce leži na ili blizu središnje točke dok se Zemlja i druga svemirska tijela okreću oko njega (Britannica, 2021., A).

⁵ Sustav u kojem je osnovica deset. U suvremenom indijsko arapskom dekadskom brojevnom sustavu, za prikaz realnih brojeva potrebno je deset znamenaka, od 0 do 9, znak minus za negativne brojeve, decimalni zarez i znak za beskonačne decimalne brojeve (Hrvatska enciklopedija, 2021., C).

Leibniz je bio na tragu input-output metode, a 1672. godine je osmisli prvi kalkulator koji se koristio binarnim sustavom⁶. Kalkulatorom nazvanim *Stepped Reckoner* unaprijedio je rad Pascala dodavajući mogućnost množenja i dijeljenja.

Jonathan Swift u knjizi *Gulliver's Travels* izdanj 1726. godine spominje *The Engine*, stroj koji poboljšava znanje pomoću praktičnih i mehaničkih operacija (Slika 2). Pomoću te reference autor aludira na stroj od Ramona Lulla iz 14. stoljeća. Slikovitim prikazom objekta uočava se zapanjujuća sličnost sa modernim izgledom tranzistora i procesora. Po prvi put se u literaturi spominje uređaj koji podsjeća na izgled modernog računala (Rodgers, 2017.).



Slika 2. „The Engine“

Izvor: Hrvatska enciklopedija, 2021.

U drugoj polovici 18. stoljeća pojava matematičara Thomasa Bayesa u omogućava kasniji razvoj strojnog učenja kao koncepta unutar umjetne inteligencije (Slika 3). Bayesovi radovi su izdani tek nakon autorove smrti, ali time nije umanjen njihov značaj. Do tog vremena proricanje budućnosti se bazirala na intuiciji pojedinca, ali Bayes je koncipirao matematički

⁶ Binarni ili dijadski brojevni sustav, aditivni-multiplikativni brojevni sustav s osnovicom dva u kojem se svaki broj može predočiti uporabom dviju znamenaka. Podatci u računalima (tekst, glazba, slike, filmovi...) zapisuju se u obliku brojeva u binarnome brojevnom sustavu (Hrvatska enciklopedija, 2021., D).

model preko kojeg mjeri izvjesnost nastanka određenog događaja. Teorem je njemu u čast nazvan *Bayesov teorem* i time nastaje teorija vjerojatnosti⁷.

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} .$$

Slika 3. Bayesov teorem

Izvor: Gasser, 2000.

Matematičar George Boole 1847. godine dolazi do epalnog otkrića. Naime, uspješno je koristio matematičke znakove za objašnjenje logičkih problema stvarajući novu granu matematike, matematičku teoriju. Uz korištenje pravila propozicijska logike na početnom setu podataka stvorena je nova informacija da bi se ponovio postupak na dobivenoj informaciji čime bi se stvorila potpuno nova informacija (Gasser, 2000.).

Booleova istraživanja su stvorila bazu za razvoj modernih računala, te su okosnica kasnijeg nastanka tehnologije neuronskih mreža stvorila potpuno nova informacija. Njegove studije nagnale su druge znanstvenike u istraživanje područja implementacije matematičkih rješenja u logici. Booleova implementacija imala je nedostatak varijabli unutar slučaja.

Njemački matematičar i filozof Gottlob Frege osmislio je unaprijeđenje propozicijske logike te uspješno u integrirao pojam varijable unutar scenarija. On je zaslužan za kreiranje predikativne logike koja je zajedno sa Boolevim istraživanjima činila logičku cjelinu. Njihove studije su pokazale da je za mehanizaciju inteligencije potreban: način za predstavljanje znanja, način za predstavljanje sadašnje situacije i sposobnost primjene znanja u trenutnoj situaciji da bi se generirala informacija.

⁷ Teorija vjerojatnosti, grana matematike koja proučava odnose među slučajnim događajima. Objekti su teorije vjerojatnosti slučajne slučajne varijable i stohastički procesi (Hrvatska enciklopedija, 2021., E).

2.1.3. Razvoj umjetne inteligencije u suvremeno doba

Engleski matematičari Russell i Whitehead 1910. godine su izdali knjigu *Principia Mathematica* u kojoj su nastojali reducirati matematiku na logičke simbole. Nastavno na njihov rad djeluje njemački matematičar David Hilbert koji je 1928. godine objavio *Entscheidungsproblem* u kojemu navodi postojanje metode koja je u stanju uzeti bilo koji matematički prijedlog i iz skupa aksioma⁸ odrediti njegovu valjanost (istina ili laž).

Prvi računalni program umjetne inteligencije potječe iz 1955. godine nastankom rada *The Logical Theorist* engleskog matematičara i kriptanalitičara A. M. Turinga, a sam izraz *Artificial intelligence* definiran je iste godine od strane računalnog znanstvenika Johna McCarthy-a prilikom formuliranja plana ljetne radionice na fakultetu Dartmouth College. Iduće godine u spomenutoj ustanovi organiziran je kongres na kojem su se okupili pioniri novonastalog područja te su dogovorena daljnja istraživanja. Prilikom razrade svojih ideja McCharty je stvorio osnovni programski jezik umjetne inteligencije LISP 1958. godine (Balaž i Meštrović, 2014.).

Turing je imao veliko iskustvo u kognitivnoj znanosti, računalnoj analizi i matematici te je 1936. godine izumio *Universal Turing Machine* za potrebe detaljnije analize matematičkih problema, a zbog razine znanja u tome području poslan u vojsku gdje je uspješno radio na probijanju njemačkih vojnih šifri (Putica, 2018.).

Zajedno sa grupom znanstvenika 1940. godine je izumio uređaj za razbijanje šifri nazvan *The Bomb*. Po završetku rata 1945. godine je nagrađen za svoju službu i pozvan od strane National Physical Laboratory u Londonu radi izrade prvog računala. Nakon godina kontinuiranog rada 1951. godine je izumljeno prvo elektroničko računalo pod nazivom *Ferranti Mark I* (Slika 4). Računalo je koristilo tehnologiju koju je osmislio upravo Turing u svome radu *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*. Turinga se često naziva pionikom kognitivne znanosti i ocem umjetne inteligencije. Smatrao je da ljudski mozak u velikoj mjeri

⁸ Aksiom, u matematici je polazna matematička izjava iz koje se logičkim sredstvima izvode (deduciraju) teoremi (Hrvatska enciklopedija, 2021., F).

nalikuje računalu. Teoretizirao je da korteks pri rođenju predstavlja 'neorganizirani stroj' koji se 'treninom' organizira u 'univerzalni stroj ili nešto slično' (Britannica, 2021., B).



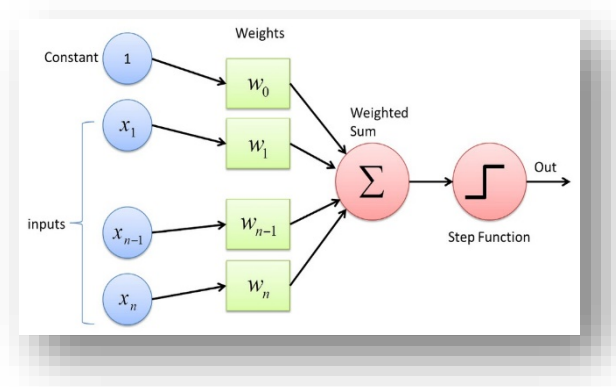
Slika 4. Računalo Ferranti Mark I

Izvor: Britannica, 2021.

Prema Turingu umjetna inteligencija se dijeli na jaku i slabu. Jaka umjetna inteligencija je ona koja može razmišljati na isti način kao i čovjek. U svrhu toga je izradio test kojim je određeno da ako u neizravnoj komunikaciji više od 30% ljudi ne može odrediti da se radi o čovjeku ili o stroju, računalo je inteligentno. Test je nazvan Turingov test, izrađen je 1950. godine i danas se koristi prilikom ispitivanja snage sustava umjetne inteligencije. Do danas nitijedan sustav nije prošao testiranje. U suprotnome, slaba umjetna inteligencija je ona kojoj se može pripisati samo određena inteligentna svojstva. Turingova prerana smrt nije zaustavila razvoj na polju umjetne inteligencije (Hrvatska enciklopedija, 2021., G).

Izum Perceptrona 1957. godine (Slika 5), uređaja koji je funkcionirao na konceptu neuronskih mreža te imao sposobnost obrade informacija i učenja, označavao je pomak na polju umjetne inteligencije. Korištenjem Perceptrona pomoću linearne regresije su podaci klasificirani u dva dijela sa vrijednostima između 0 i 1, na temelju kojih se predviđani budući događaji. Početkom idućeg desetljeća, 1961. godine izumljen je prvi šahovski program koji je mogao igrati na razini šahovskog majstora (Estebon, 1997.).

Razvoj u smjeru neuronskih mreža zaustavljen je 1969. godine izdavanjem knjige *Perceptron* autora Marvina Minskog i Seymoura Paperta. U tom djelu autori napominju da iako ima određene pozitivne karakteristike, Perceptron ima ozbiljne nedostatke u vidu nemogućnosti učenja rješenja kategorija matematičkih problema i XOR funkcije (logički isključivo ILI). Premda su to problemi koje je bilo moguće riješiti, knjigom je smanjen interes i ulaganje sredstava u to područje.



Slika 5. Perceptron

Izvor: *towardsdatascience*, 2021.

Praznina nastala napuštanjem tehnike neuronskih mreža je ispunjena izumom nove tehnike nazvane GOFAI (Good Old Fashioned AI) čiji se postupak većinom bazirao na simboličkoj logici te je obrada podataka raširena na više neurona i čvorova (nodova) u suprotnosti sa metodom neuronskih mreža. Model se koristio određenim setom pravila kao npr. If-Then i pomoću njega se testirala hipoteza te su rezultati analizirani i uspoređivani. To vrijeme je označilo početak rada na ekspertnim sustavima, a izumom programskog jezika PROLOG 1970-ih godina, ubrzan je napredak. Slijedio je razvitak prvog takvog sustava nazvanog MYCIN koji je služio za dijagnostiku krvnih infekcija i preporuke liječenja. Za sustav se ispostavilo da je kod određenih dijagnoza uvjerljiviji od samih doktora, ali zbog limitiranosti tadašnjih računalnih sustava ponajprije u kapacitetu memorije znanje mu je bilo suženo (Hrvatska enciklopedija, 2021., H).

Bez obzira na velike uspjehe GOFAI metode na području simboličke logike, otkriće ART (Adaptive Resonance Theory) tehnike omogućilo je drugu etapu razvoja neuronskih mreža kao najpopularnijeg koncepta istraživanja na polju umjetne inteligencije. Pomoću ART algoritma prilagođavale su se težine neuronskih mreža i nađena su jednostavnija rješenja XOR problema.

Nakon ponovnog uspjeha, spriječen je daljnji razvoj povodom nedostatka adekvatne računalne snage i oskudnosti informacija na temelju kojih bi se unaprijedili sustavi.

Razvojem dubokog učenja 1990-ih godina i početkom novog tisućljeća, umjetna inteligencija počela se širiti i napredovati. Otkrićem World Wide Web-a 1991. godine ogromna količina podataka je postala dostupna kompanijama putem Interneta. Nove generacije procesora omogućile su skladištenje većeg volumena podataka što je rezultiralo mogućnostima učenja sustava kompleksnijim stvarima. Prvi ozbiljan uspjeh pametnog sustava dogodio se 1997. godine kada je *Deep Blue*, stvoren od strane IBM-a, porazio tada najboljeg igrača šaha na svijetu Garija Kasparova. Od tog vremena napravljen je ogroman napredak u pametnim sustavima koji se koriste za analizu igara na ploči. Tako je kompanija Deep Mind 2015. godine predstavila pametni sustav *Alpha Zero* i *AlphaGo Zero*. Radilo se o sustavima koji su se koristili za igre Šah i Go. Prilikom izrade programa plan je bio da će najbolji svjetski igrači biti izazvani u naredne dvije godine. Go je kineska igra stara preko tri tisuće godina, a postojeći sustavi su bili u stanju igrati na amaterskoj razini.

Novi način učenja se pokazao revolucionarnim te je *AlphaGo Zero* u rekordnom roku pobijedila najboljeg Go igrača u povijesti Lee Sedola rezultatom 5-0. U šahu su ranije postojali moćni sustavi koji su igrali na vrhunskoj razini. Također, na tom polju *Alpha Zero* je ostvarila iznimne rezultate kada je 2016. godine savladala do tada najbolji šahovski sustav *Stockfish*. Od tisuću partija *Alpha Zero* je pobijedila u sto pedeset i pet partija, a izgubila šest (Marcus, 2018.).

Korištenjem dubokog učenja savladane su limitiranosti ranijih sustava i označen je početak implementacije umjetne inteligencije u svakodnevni život. Danas traje treća faza razvoja umjetne inteligencije sa redovitim korištenjem u poslovanju kompanija. Amazon, Google, Facebook i ostale visoko razvijene tehnološke kompanije koriste umjetnu inteligenciju kao sredstvo prednosti na tržištu, a izumom i implementacijom 5G mreže nudi se mogućnost daljnjeg razvoja.

2.2. Pametni sustavi u poslovanju

U zadnjih deset godina umjetna inteligencija je područje od golemog interesa kompanija i njihovih investitora. Otvaranje novih tržišta i dugoročno smanjenje troškova samo su neke od prednosti koje pruža korištenje pametnog sustava u svakodnevnom poslovanju. U ovom potpoglavlju se istražuju prednosti implementacije umjetne inteligencije u poslovanje, mogući etički problemi provedbe te konkurentske prednosti koje se mogu stvoriti njenom upotrebom.

2.2.1. Implementacija umjetne inteligencije u poslovanje

Danas se čovječanstvo nalazi u Četvrtoj industrijskoj revoluciji. Izum parnog stroja 1769. godine označio je početak Prve industrijske revolucije. U to vrijeme čovječanstvo je premostilo ograničenja vlastite mišićne snage osmišljavajući strojeve koji zamjenjuju ljudski rad. Otkrićem motora sa unutarnjim izgaranjem od strane Nicolasa Augusta Otta 1877. godine nastala je Druga industrijska revolucija. Za to vrijeme značajan je razvoj automobila i električne struje te kasnije izmjenične struje. Parne strojeve zamijenili su strojevi koji su koristili ugljen i naftne derivate kao pogonska goriva. Intenzivnijim korištenjem računalne tehnologije 1970-ih godina počinje Treća industrijska revolucija. Kroz spomenute periode razvoja povećana je sposobnost strojeva da rade mehaničke zadatke, pritom zamjenjujući čovjeka u radno intenzivnim industrijama. U posljednjih nekoliko desetljeća intenzivnim korištenjem računalne tehnologije sustavno se smanjuje potreba za korištenjem čovjeka u radno intenzivnom okruženju. Povećanje računalne snage i uvođenje pametnih sustava u poslovanje glavne su značajke Četvrte industrijske revolucije.

Napredak na polju umjetne inteligencije, strojnog učenja i neuroznanosti otvorio je brojna pitanja vezana za njenu integraciju u poslovanje. U korporativnom svijetu veća produktivnost rezultira većim prihodima, većoj cijeni dionica te bonusima za menadžere. Upravo je efikasnost razlog zašto su pametni sustavi postajali sve zanimljiviji kompanijama.

Sredinom 1960-ih godina američki inženjer Gordon Moore uočio je dinamičnost količine tranzistora koji se mogu integrirati u procesor. Spomenuti inženjer, jedan od osnivača kompanije Intel, uočio je da se gustoća tranzistora (broj tranzistora po jedinici površine npr. četvornom palcu) približno udvostručuje svake godine. Iznio je svoju tezu u članku objavljenom u časopisu *Electronics* 19. travnja 1965. godine (Gordon i Moore, 2006.).

Ranije inačice operativnih sustava nisu imale mogućnost zaprimanja podataka što je uvelike limitiralo njihove mogućnosti, a uvođenjem DOS (Disc Operating System) tehnologije stvorena je mogućnost integracije u poslovanje te od kraja 1970-ih godina do danas računala su nezamjenjiva u vođenju poslovanja.

Kompanije koje su predvodile u implementiranju nove tehnologije stvarale su prednost u odnosu na ostatak tržišta. Snaga računala kretala se obrnuto proporcionalno dimenzijama računalnih komponenti te su stvoreni preduvjeti za nastavak razvoja pametnih sustava. Povećanje korištenja računalima snizilo je cijenu jedinice proizvoda te je sve veći postotak populacije imao pristup tehnologiji. Razvojem World Wide Weba te izumom Windows operativnih sustava računalo je postalo jednostavnije za korištenje, a količina zaprimljenih podataka⁹ višestruko se povećala.

Razdoblje od sredine 1980-ih godina do kraja tisućljeća predstavlja prvu fazu razvoja umjetne inteligencije. Karakteristično za sustave tog vremena je prenošenje ljudskog znanja u strojni oblik. Tadašnji sustavi nisu imali sposobnost samostalnog dolaženja do novih znanja bez prisustva stručne osobe. Tehnike korištene u to vrijeme pokazale su se inferiornim metodama neuronskih mreža i strojnom učenju¹⁰.

'Strojno učenje' (engl. *machine learning*) se razvijalo kao nova grana umjetne inteligencije, temeljena na metodi neuronskih mreža preko koje se pokušavalo naučiti računalo kako se ponašati u novim situacijama. Njegovim napretkom počinje druga faza razvoja umjetne inteligencije. Uzlet strojnog učenja događao se sukladno razvoju Interneta. Razlog tome je količina informacija i podataka koji su se svake sekunde razmjenili između milijuna povezanih računala. Kompanije su na temelju podataka programirale algoritme koji su na temelju strojnog učenja pretvarali podatke u znanje te postajali sve pametniji.

Odličan primjer ranijeg korištenja pametnih sustava je kompanija Amazon implementacijom svoje *One-click*¹¹ gumb tehnologije. Prilikom kupovine na stranici, algoritam je prikupljao

⁹ Podatak je prikaz obavijesti na formaliziran način, prikladan za komunikaciju, tumačenje, pohranu i obradbu (Struna, 2021.).

¹⁰ Strojno učenje je područje istraživanja koje daje računalima mogućnost učenja bez da su eksplicitno programirani. (Geron, 2017.).

¹¹ Tehnika Internet kupovine u kojem su podaci potrebni za provedbu narudžbe prikupljeni ranije (Wharton University, 2017).

informacije o kupcu te prilikom sljedeće online kupovine katalog je izmjenjen sukladno preferencijama kupca.

*DotCom*¹² balon i velika kriza početkom tisućljeća nisu zaustavili razvoj novih tehnologija. Tehnološki razvijene kompanije nastavile su ulaganja velikih sredstava u sortiranje podataka u svrhu dobivanja korisnih informacija. Povećanjem broja korisnika računala i Interneta dovodi do uvođenja pojma 'Veliki podaci' (engl. *Big data*)¹³ kao važnog elementa poslovnih procesa. Za promatranje velikih podataka kompanijama su bili potrebni alati pomoću kojih mogu dohvatiti statističke pokazatelje koji bi rezultirali u tržišnoj prednosti u odnosu na konkurenciju.

Sustavi namjenjeni obradi podataka uzrokovali su osmišljavanje modela sortiranja podataka nazvanog 'Rudarenje podataka' (engl. *Data mining*)¹⁴. Ogromne količine podataka te sposobnost njihove obrade omogućilo je pametnim sustavima sistematizaciju znanja i proširenje učenja.

Na temelju novonastalih metoda osmišljena je 'Duboko učenje' (engl. *Deep learning*) tehnika razvoja pametnih sustava. Ona se zasniva na ranije osmišljenoj metodi Perceptrona dodajući modelu tri ili više razina. Povećavanjem strukture analize pokušavaju se imitirati sposobnosti ljudskog mozga. Korištenjem metode omogućava se grupiranje podataka što rezultira većom razinom točnosti predviđanja. Raširena upotreba dubokog učenja kao istraživačkog alata podrazumijeva pomak prema istraživačkim pristupima koji koriste velike skupove podataka za generiranje predviđanja za fizičke i logičke događaje koji su se prethodno opirali sustavnom empirijskom preispitivanju (Cockburn et al., 2019.).

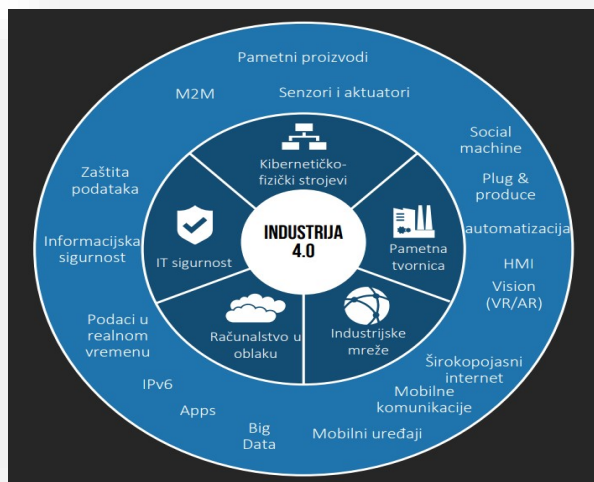
Duboko učenje otvorilo je mogućnost razvoja strojeva bez potrebne izravnog utjecaja čovjeka. To otvara pitanje početka četvrte industrijske evolucije u kojoj pametni sustavi neće samo mijenjati čovjeka već će u određena zanimanja raditi kvalitetnije od ljudi. Pomoću tehnike dubokog učenja omogućena je implementacija umjetne inteligencije na razini industrije te

¹² Ekonomska kriza početkom tisućljeća. Uzrokovana precijenjenom vrijednošću dionica neprofitabilnih tehnoloških kompanija (Goodnight, 2010.).

¹³ 'Veliki podaci' statistički su pokazatelji koji sadrže veću raznolikost, dolaze u sve većim količinama i s većom brzinom (Oracle, 2021., B).

¹⁴ 'Rudarenje podataka', u računalnoj znanosti, proces otkrivanja zanimljivih i korisnih obrazaca i odnosa u velikim količinama podataka (Britannica, 2021., C).

povećalo mogućnost inoviranja novih proizvoda i usluga koji koriste umjetnu inteligenciju kao sustav upravljanja (Slika 6).



Slika 6. Prikaz Industrije 4.0

Izvor: Perić, 2021.

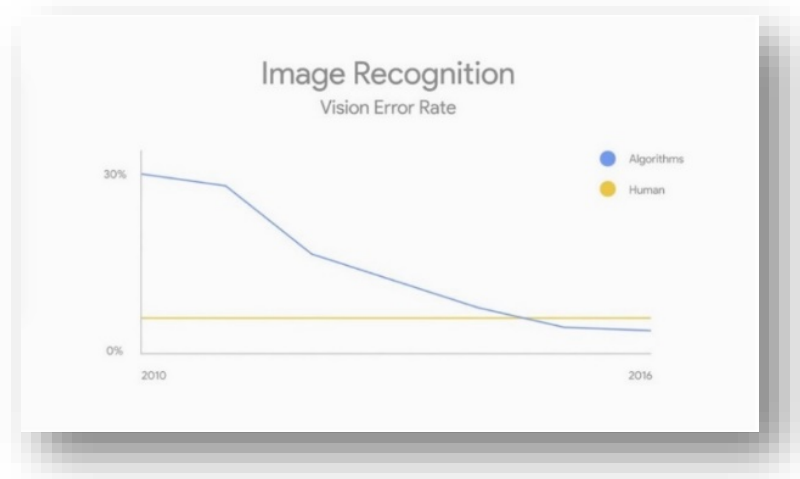
Prema McCarthy (2007.), umjetna inteligencija može biti primjenjena u sljedećim poljima:

- Industrija igara
- Raspoznavanje govora
- Razumijevanje prirodnog jezika
- Računalni vid
- Ekspertni sustavi¹⁵
- Heuristička klasifikacija

Na primjerima programa *Alpha Zero*(Šah), *AlphaGo Zero*(Go), *Stockfish*(Šah), *IBM Watson*(Jeopardy) može se zaključiti da je umjetna inteligencija iznimno napredovala i da se svjetski prvaci u tim igrama ne mogu nositi sa modernim pametnim specijaliziranim sustavima. Kod igrice za računala, kompanija OpenAI osmislila je algoritam *Dota2* koji funkcionira unutar popularne igrice *Dota* te ravnopravno igra sa vrhunskim međunarodnim igračima.

¹⁵ 'Ekspertni sustav' (eng. *Expert system*) računalni je program iz područja umjetne inteligencije, namijenjen rješavanju složenih problema uskog područja za koje su specijalizirani (npr. dijagnoza bolesti u medicini ili kvarova na svemirskim letjelicama) (Hrvatska enciklopedija, 2021., I),

Glasovni asistenti poput *Apple Siri* i *Amazon Alexa* sustava unaprijedili su raspoznavanje govora (Slika 7). *Siri* je predstavljena od strane kompanije Apple 2011. godine te je prvi takav komercijalan sustav u svijetu. Direktno je spojena na mobilni sustav te korisnik preko govora može upravljati telefonskim uređajem. Sustav *Alexa* predstavljen je 2015. godine te do danas pokreće više od 1200 različitih uređaja.



Slika 7. Postotak grešaka pametnih sustava u odnosu na ljude,

Izvor: Brynjolfsson et al., 2017.

Sličnosti tih sustava su da porastom količine zaprimljenih podataka sustav uči. Spomenuti su sustavi korištenjem metoda strojnog učenja i dubokog učenja napredovali u odnosu na početnu fazu te imaju mogućnost implementacije u veći broj uređaja povećavajući njihove sposobnosti.

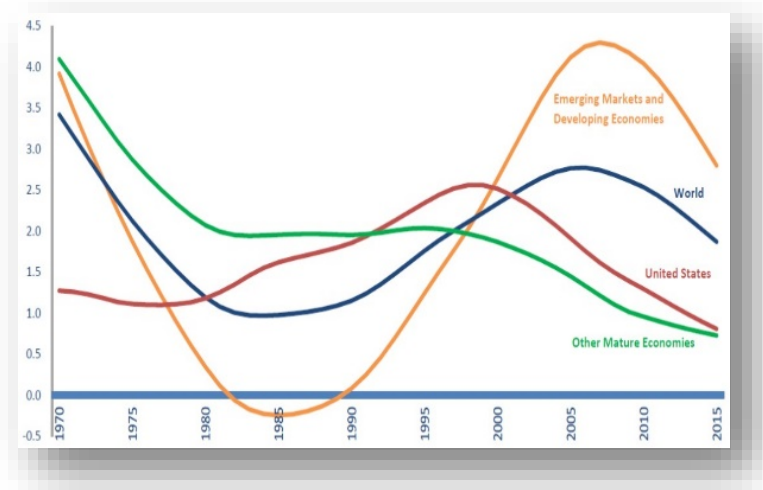
Prema Howard (2014.), podaci i računalna snaga eksponencijalno se povećavaju, a što je više podataka dostupno mrežama za duboko učenje, to će rezultat biti bolji jer se rezultati prethodnih vježbi strojnog učenja mogu vratiti u algoritam i služiti idućoj iteraciji.

Korištenjem metoda strojnog učenja utječe se na rast ukupnih podataka i resursa za obradu podataka, strojevi su postigli impresivan uspjeh percepcija i spoznaja, dvije bitne vještine za većinu vrsta ljudskog rada (Brynjolfsson et al., 2017.).

Tri od pet najskupljih kompanija prema tržišnoj kapitalizaciji (Amazon, Alphabet, Apple) predvode globalno traženje efikasnih rješenja služeći se umjetnom inteligencijom kao glavnim alatom. Umjetna inteligencija omogućuje veću inovativno moć od ostalih tehnologija, a njena disruptivna moć potiče kompanije na istraživanje. U razdoblju od 2012. godine do 2017. godine ulaganja privatnih kompanija u pametne sustave povećao se sa 589 milijuna dolara na 5

milijardi sa tendencijom rasta. U istom razdoblju tržišni indeks sa tehnološke dionice NASDAQ povećao se dva puta (Brynjolfsson et al., 2017.).

U posljednjih dvadeset godina visoko razvijene zemlje zapadnog svijeta suočene su sa smanjenjem produktivnosti rada. Navedeni pojam označava značajan ekonomski pokazatelj koji je povezan sa potencijalom, konkurentnosti i životnog standarda unutar ekonomije. U razdoblju od 1995. godine do 2004. godine produktivnost je rasla prosječno 2,3% dok je razdoblju nakon, završno sa 2015. godinom smanjen rast na 1,3% (Slika 8).



Slika 8. Produktivnost radnika u svijetu, razdoblje od 1970. do 2015. godine

Izvor: Brynjolfsson et al., 2017.

SAD i Europske zemlje snažno su pogođene trendom koji nastavlja negativno utjecati na ekonomske procese. Upravo SAD predvodi sa 66% globalnog ulaganja u umjetnu inteligenciju (2016.), a rana implementacija pametnih sustava u ekonomiju Njemačke predviđa povećanje BDP-a do 2030. godine za 4% u odnosu na početno. Tehnološki napredak na polju umjetne inteligencije izuzetno je važan europskim zemljama zbog negativnih demografskih trendova koji u dugom roku mogu dodatno smanjivati produktivnost te dovesti do stagnacije gospodarstva. Uvođenjem inteligentnih sustava u tvornice i skladišno poslovanje moguće povećanje produktivnosti za 20%, a pritom smanjenje troškova održavanja za 10%, Kvalitativan pomak u percepciji i prepoznavanju objekata pametnih sustava mogao bi povećati pouzdanost prepoznavanja nedostataka u proizvodnji za 90% u odnosu na ljudsku radnu snagu. To otvara mogućnost predviđanja kvarova na strojevima temeljem uspostave mreže uređaja koji na temelju velike količine podataka mogu ranije detektirati kvarove te na taj način omogućiti kvalitetnije praćenje sustava (McKinsey, 2017.).

Otkrićem 'Računarstva u oblaku' (engl. *Cloud computing*) tehnologije stvoren je prostor za neograničenu količinu podataka koji ne zauzima fizičku lokaciju te je informacija dostupna u svakom trenutku. Za tehnološki razvijene kompanije to je otvorilo mogućnost dodatne digitalizacije¹⁶ poslovanja kao bazu za buduću automatizaciju.

Suvremeni industrijski roboti i dalje su uglavnom ograničeni i nisu u stanju reagirati na promjene u okruženju. Izvjestan napredak u umjetnoj inteligenciji omogućuje novu generaciju robota za automatizaciju. Time bi primjenjivosti tih strojeva u određenim industrijama poput logistike, automobilske industrije, montaže značajno porasla što bi povećalo efikasnost.

Suradnja ljudske radne snage i umjetne inteligencije ključna je za implementaciju pametnih sustava unutar poslovnih procesa kompanija. Digitalizacija je globalni proces koji pogađa sve dijelove industrije. Kod proizvodnje visoko tehnoloških proizvoda (čipova, kartica, pločica..) često se događa da se unutar proizvodnog proces već dovršeni uređaji moraju preraditi radi nedostatka određene komponente.

Ti proizvodi imaju veliku ulogu u složenijim tvorničkim sustavima. Odličan primjer je nestašica čipova u automobilskoj industriji zbog koje kasni dostava vozila do godine dana. Proizvodnja poluvodičnih čipova može trajati do nekoliko mjeseci te postupak ispitivanja kvalitete proizvoda može iznositi 30% ukupnih troškova proizvodnje. Tvornice poluvodika zbog visoke razine automatizacije nude uvid u podatke unazad nekoliko mjeseci koji se uz pomoć tehnika klasificiranja podataka mogu služiti optimizaciji poslovanja i reduciranju troškova (McKinsey, 2017.).

2.2.2. Internet stvari

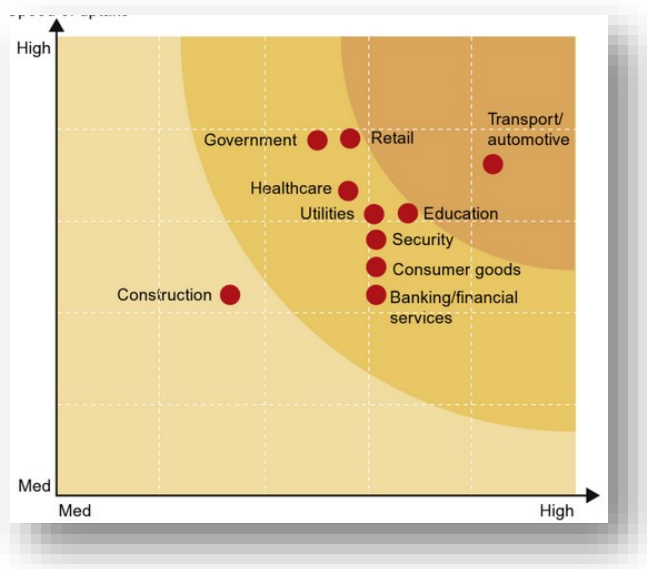
Prema HM Treasury (2011.), iako je negativno upamćena zbog početka velike ekonomske krize, 2007. godina predstavlja prekretnicu u ljudskoj povijesti. Naime po prvi put se dogodilo da više od 50% svjetske populacije živi u gradovima u odnosu na ruralna područja. Trend življenja u urbanim sredinama se povećavao kako je 20. stoljeće primicalo kraju te ne prikazuje

¹⁶ Digitalizacija, u najširem smislu, prevođenje analognog signala u digitalni oblik. U užem smislu pretvorba teksta, slike, zvuka, pokretnih slika ili trodimenzijskog oblika nekog objekta u digitalni oblik (Hrvatska enciklopedija, 2021., J).

znakove usporavanja. Upravo zbog toga je potrebno poboljšanje infrastrukture gradova i zemalja.

Prema Holler et al. (2014.), veći dio te infrastrukture sadržavati će senzore i kontrolne sustave za veću efikasnost te će biti povezani sa veliki sustavima za analizu i upravljanje podacima. Tu količinu podataka je potrebno dohvatiti, analizirati i vizualizirati da bi bilo moguće njihovo iskorištavanje u svrhu razvoja pametnih, održivih gradova i društava. U osnovi, IoT se može definirati kao skupina uređaja koji se mogu jedinstveno identificirati po postojećoj tehnici komunikacije u blizini.

Koncept je nastao 1999. napretkom 'RFID' (*Radio Frequency Identification*) tehnologije pomoću koja omogućava slanje informacija preko senzora odnosno radio valova. RFID tehnologija kroz godine je sve češće implementirana u logistici, transportu, farmaciji i drugim industrijama. Razvojem bežične (engl. *Wireless*) (WI-FI) tehnologije senzori dobivaju sve više mogućnost implementacije u svakodnevni život. Industrije poput transporta, bankarstva i sigurnosti direktno će doživjeti promjene implementacijom Internet stvari tehnologije (Slika 9).



Slika 9. Disruptivne mogućnosti IoT prema industrijama

Izvor: Holler et al, 2014.

Prema Li et al. (2014.), danas se ubrzano povećava broj tehnologija koje su uključene u IoT, poput bežičnog senzora mreže (WSN), QR kodova, inteligentnog otkrivanja, RFID, bežične komunikacije niske energije, računalstvo u oblaku i tako dalje. Uz pomoć umjetne inteligencije napravljen je veliki pomak u prostornoj inteligenciji i autonomnosti senzora. Da bi se

omogućila provedba u svijetu potrebno je prilagoditi protokole i tehnološke standarde za obradu i razmjenu podataka na globalnoj razini.

Najistaknutija područja primjene uključuju, primjerice 'pametna industrija' (engl. *Smart Industry*), gdje se razvijaju inteligentni proizvodni sustavi i povezana proizvodna mjesta što se često spominje pod naslovom 'Industrija 4.0' (Wortmann i Fluchter, 2015.).

Također, ogroman porast broja dostupnih i korištenih uređaja u zadnjih dvadeset godina olakšava buduću implementaciju IoT tehnologije. Umjetna inteligencija omogućava da uređaji djeluju u većem volumenu, postupno smanjujući direktni utjecaj čovjek, ali IoT tehnologija omogućava njihovo umrežavanje i djelovanje na globalnoj razini.

2.2.3. Etički problemi umjetne inteligencije u poslovanju

Prema Makridakis (2017.), nema sumnje da će se ogroman potencijal umjetne inteligencije koji će roboti i računala vjerojatno postići, približiti ljudskoj inteligenciji u sljedećih dvadeset godina. Time bi postala veliki konkurent i po prvi put bi se posumnjalo u kraj ljudske nadmoći. Uz sve navedeno čovječanstvo je još daleko od potpunog razumijevanja automatizacije, umjetne inteligencije, robotike i njenom utjecaju na produktivnost i tržište rada.

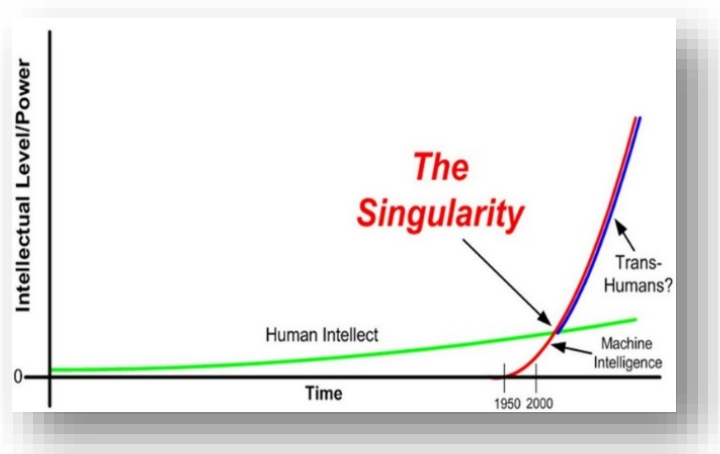
Prema Acemoglu i Restrepo (2019.), u središtu našeg stajališta je ideja da automatizacija, umjetna inteligencija i robotika zamjenjuju radnike na zadacima koje su prethodno obavljali, i putem ovog kanala stvoriti snažan 'učinak pomaka' (engl. *displacement effect*). Za razliku od pretpostavke u većem dijelu makroekonomije i ekonomije rada, koje uz napomenu da tehnologije za povećanje produktivnosti uvijek povećavaju ukupni rast potražnje, učinak pomaka može smanjiti potražnju za radnom snagom, nadnicama i zapošljavanjem. Štoviše, učinak pomaka implicira da povećanje proizvodnje po radniku, koja proizlazi iz automatizacije neće rezultirati proporcionalnim širenjem potražnje za radnom snagom. Postoji vjerojatnost da učinak pomaka rezultira razdvajanjem plaća i proizvodnje po radniku te uzrokuje pad udjela rada u nacionalnom dohotku.

Prevladava strah da bi automatizacija poslovnih procesa rezultirala šokom na tržištu rada i da brzina odgovora na novo stanje neće biti adekvatno. Uvođenje pametnih sustava bi dovela do velikih promjena u radnoj snazi, te bi se otvorila nova radna mjesta koja do tada nisu postojala. U kontekstu te tvrdnje moguća je potencijalna pogrešna usklađenost između tehnologije i vještina radne snage. To bi uzrokovalo troškove treniranja radnika za novonastale pozicije u

poslovnom procesu i potencijalni problem odabira odgovarajućeg radnog mjesta za pojedinačnog radnika.

Nadalje, trebalo bi uzeti u obzir mogućnost pretjerane automatizacije poslovnih procesa. Ističe se niz različitih čimbenika kao što su pristranost u korist kapitala u poreznom zakoniku te nesavršenosti tržišta rada koje mogu stvoriti poveznicu između radničkih plaća i oportunitetnog troška rada što bi dovelo do povećanja korištenja automatizacije. To bi smanjilo efikasnost i negativno utjecalo na produktivnost industrije (Acemoglu i Restrepo, 2019.).

Prema Kurzweil (2014.), postoji velika mogućnost da će do 2029. godine strojevi uspješno uspješno prolaziti Turingov test, a do 2045. godine dosegnuti razinu tehnološke singularnosti¹⁷ (Slika 10). Singularnost strojeva otvara mogućnost implementacije uređaja i umjetne inteligencije unutar ljudskog organizma. U konačnici bi vjerojatnost oboljenja od psihičkih bolesti poput Parkinsonove bolesti i shizofrenije bila znatno manja. Prednosti napretka tehnologije u tom smjeru su evidentne, ali postoji mogućnost proporcionalnog povećanja nejednakosti unutar slojeva društva.



Slika 10. Utjecaj singularnosti na inteligenciju

Izvor: Grabara, 2019.

¹⁷ Singularnost u tehnologiji objašnjava se kao mogućnost cjelovitog imitiranja ljudske inteligencije od strane stroja (Reedy, 2017.).

3. Kompanija Tesla, Inc

U prvom dijelu ovog poglavlja obrađuje se početno razdoblje automobilske industrije, izumi te njen razvoj do danas. U ostalim dijelovima, analizira se kompanija Tesla Inc. te ideja zbog koje je kompanija osnovana. Potpoglavlje *Razdoblje proizvodnje* obuhvaća period od 2010. godine odnosno izlaska na burzu pa do danas. U posljednjem dijelu ovog poglavlja obrađuje se budućnost kompanije. Uz navedeno, posvećuje se pozornost vodećoj osobi kompanije, Elonu Musku kao važnom aspektu razvoja i imidža kompanije.

3.1. Povijest automobilske industrije

Prema saznanjima povjesničara prva pokretna vozila koja nisu pokretana od strane životinja nastaju u 17. i 18. stoljeću. U vrijeme Prve industrijske revolucije za pogon korišteni su parni strojevi, ali takva vozila nisu doživjela široku primjenu. Otkriće motora sa unutarnjim izgaranjem 1876. godine omogućilo je njemačkom inženjeru Karlu Benz u stvaranje prvog automobila koji je kao pogonsko gorivo koristilo derivat nafte (1885. godine). Iduće godine proizvodi prvi automobil namjenjen za široku upotrebu, pod nazivom *eMotorwagen*. U to vrijeme zbog kompleksnosti proizvodnje, cijene vozila bile su visoke te se dugo čekalo na njihovu isporuku (Bentley Historical Library, 2014.).

Idućih dvadeset godina automobilske kompanije brojale su do nekoliko stotina zaposlenih te su imale problema sa masovnom proizvodnjom i ekonomijom razmjera¹⁸. Početkom 20. stoljeća eksperimentiralo se sa proizvodnjom električnim vozila koja su imala potporu široke javnosti, ali problemi sa kapacitetom baterija nisu dopuštali ozbiljan razvoj automobila na strujni pogon. Električni automobili i automobili na parni pogon imali su udjel na tržištu sve do velike krize 1929. godine.

Prema enciklopediji Britannica (2021., D), izumi poput upravljača, kočnica i papučice za ubrzanje olakšali su korištenje automobilom te popularizirali njegovo korištenje. Razvoj mehanizacije u SAD-u, brojnost populacije, duge udaljenosti te standard života učinio je tu zemlju idealnom za razvoj masovne proizvodnje automobila. Prvi automobil za široko

¹⁸ Ekonomija razmjera, ekonomija veličine opadanja jediničnih troškova ili prosječnih ukupnih troškova s porastom obujma proizvodnje (Hrvatska enciklopedija, 2021., L).

korištenje predstavljen je 1901. godine pod nazivom *Oldsmobile* te je bio izrazito popularan, ali nepouzdan na zahtjevnim terenima Sjeverne Amerike.

Kompanija Ford 1908. godine je predstavila *Model T*, automobil kojim je unaprijeđena kvaliteta vozila te su riješeni mehanički problemi koje je imala konkurencija. Iste godine nastala je i prva konkurentna automobilska kompanija, General Motors. Otkrićem pokretne trake 1913. godine počela je masovna proizvodnja unutar automobilske industrije. Do 1927. godine, kraja proizvodnje Modela T, prodano ih je ukupno više od petnaest milijuna. Uspjeh modela pokazao se kontraproduktivnim za kompaniju, budući da, zbog njegovog ogromnog uspjeha, Ford nije diverzificirao proizvodnju što je rezultiralo porastom udjela konkurencije koja je koristila strategiju proizvodnje većeg broja različitih modela. Radi napredne industrijske proizvodnje, američke automobilske kompanije uživale su veliku prednost u odnosu na ostatak svijeta te je prodaja automobila u SAD-u premašila 5,3 milijuna prodanih primjeraka u 1929. godini (Bentley Historical Library, 2014.).

Velika kriza 1929. godine obilježila je svjetsku ekonomiju u idućih nekoliko godina te su u automobilskoj industriji opstale jedino najveće automobilske kuće. U tom radoblju do rata nastaju nove snažne kompanije Volkswagen i Lincoln te se standardizira kvaliteta proizvodnje na globalnoj razini. Za vrijeme rata u potpunosti je prestala proizvodnja civilnih automobila u korist vojne industrije. Po završetku rata industrije poraženih zemalja bile su na rubu propasti te su tražile nove strategije za stvaranje konkurentne prednosti. Na primjeru Japana to je postala Just In Time (JIT) pomoću koje su smanjeni troškovi zaliha, prijevoza i skladištenja. Tehnološka otkrića za vrijeme rata uvelike su unaprijedila poslijeratnu industriju te se pozitivno odrazila na industriju automobila.

Kriza poskupljenja naftnih derivata 1970-ih godina snažno je pogodila automobilsku industriju. Imala je veliki utjecaj na daljnji razvoj automobila koji su postajali štedljiviji u potrošnji goriva. Otkriveni su prvi katalički adapteri čime je smanjena štetnost ispušnih plinova. Taj događaj je bio značajan za proizvođače automobila iz Japana koji su se zbog smanjene potrošnje goriva počeli probijati na američko tržište (Hrvatska enciklopedija, 2021., L).

Širenje automobilske industrije 1980-ih godina potaknuto je globalizacijom¹⁹ odnosno povezivanjem zemalja na međunarodnoj razini. Siromašnije zemlje, stimulirane niskom cijenom radne snage postaju konkurencija te u kratkom roku zemlje poput Indije i Kine zauzele su značajan udio na tržištu. Automobilske industrije tradicionalnih razvijenih zemalja nisu bile u stanju pratiti novonastali trend te se počinju razvijati međunarodne korporacije koje vode poslovanje u većem broju zemalja.

Navedeni procesi dali su dodatan impuls razvoju automobilske industrije. Zbog niske cijene rada u Azijskim zemljama, kompanije su prebacile značajne dijelove svoje proizvodnje u te zemlje radi ostvarivanja cjenovnog vodstva i zauzimanja većeg udjela na tržištu, a povećana konkurencija dovela je do povećanja kvalitete i tehnologije izrade vozila. U tom vremenu japanski proizvođači imali su veću razinu tehnologije te niže troškove proizvodnje po jedinici proizvoda u odnosu na proizvođače u Europi i SAD-u što je rezultiralo vodećim položajem na tržištu. Kako bi ih dostigli proizvođači poput Forda, General Motorsa, implementirali su strategiju u kojoj su poslovali sa manjim brojem dobavljača od kojih su zahtjevali visoku razinu tehnološke izvrsnosti. Početkom 21. stoljeća nastavljen je proces premještanja proizvodnje automobila iz granica OECD²⁰ područja većinom u tzv. BRIC (Brazil, Rusija Indija i Kina) zemlje i ostale brzorastuće ekonomije (Flynn i Belzowski, 1996.).

Prema Haugh, Mourouguana i Chatal (2010.), u razdoblju između 2000. i 2007. godine udio SAD-a i Japana u ukupnoj svjetskoj proizvodnji automobila pao je s 40% na 30% dok se razina proizvodnje izvan granica OECD-a povećala s 10% na 20%. Rast američkog tržišta vozila na početku stoljeća iznosio je 1%, manje od svjetskog tržišta automobila koje je raslo stopom od 2% te je kao posljedicu imalo smjenu SAD-a kao vodećeg proizvođača automobila u korist Kine (2005.). Rast cijena goriva u razdoblju od 2003. do 2008. godine negativno je utjecao na poslovanje američkih proizvođača. Proizvodni ciljevi američkih proizvođača bili su sportski i SUV automobili koji su imali veliku potrošnju goriva.

¹⁹ Globalizacija je gospodarski, društveni, politički i kulturni procesi koji vode preobrazbi životnih uvjeta te sve većoj povezanosti i međuovisnosti pojedinih dijelova suvremenoga svijeta (Hrvatska enciklopedija, 2021., LJ),

²⁰ Organisation for Economic Co-operation and Development skraćeno OECD nastala je 1948. godine, a današnji naziv nosi od 1961. godine. Nastala je unutar plana pomoći od strane SAD-a i Kanade nazvanim Marshallov plan. Prvotne članice su bile zemlje razvijene zapadne Europe uz SAD i Kanadu, a danas broji 38 članica (Gerami, 2010.).

Pod utjecajem trenda smanjenja interesa za spomenute vrste automobila, njihov udio na tržištu Sjeverne Amerike pao je sa 60% na manje od 56% u razdoblju od 1994. do 2005. godine. To je rezultiralo smanjenjem udjela tzv. *Velike trojke* (Ford, GM, Chrysler) na globalnom tržištu automobila (Flynn i Belzowski, 1996.).

U razdoblju od 2000. godine do početka velike globalne krize²¹ broj prodanih jedinica automobila u SAD-u prelazila je 16 milijuna automobila. Kao prilog tako visokim brojkama išlo je olakšano kreditiranje, rast burze i vladini poticaji. Velika ekonomska kriza počela je u sektoru nekretnina SAD-a, a vrlo brzo je prešla u globalnu financijsku krizu. U velikom broju zemalja proizvođača automobila njihov udio zaposlenih u ukupnoj radnoj snazi iznosi 2% što ne otkriva njen stvarni značaj u ekonomiji. Kroz lanac vrijednosti automobilske kompanije između ostalog povezane su sa osiguravajućim društvima, leasing kompanijama, transportom i industrijom čelika, a to su bili sektoru posebno pogođeni krizom (Haugh et al., 2010.).

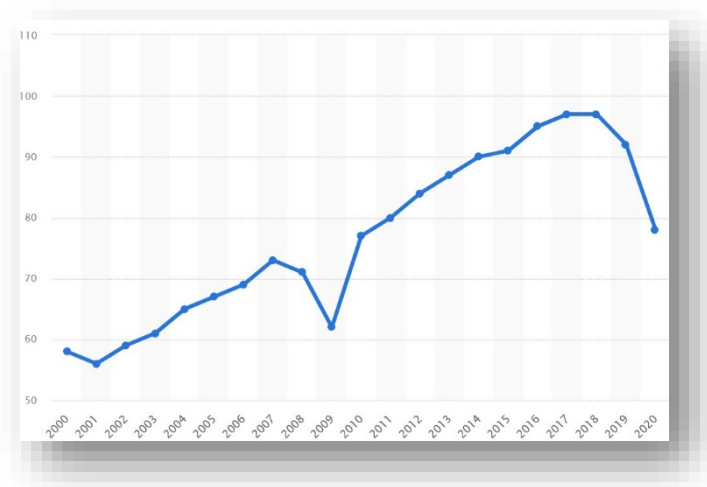
U tom razdoblju evidentiran je snažan pad prodaje automobila na globalnoj razini (Slika 11). Kao uzrok tome vrijedi navesti veliki broj otpuštanja, smanjenje dohotka te negativan stav potencijalnih kupaca vezanih za budućnost. Automobil se treba promatrati kao luksuzno dobro, što nije primarno pojedincu u vremenu krize. Smanjenje prodaje automobila uzdrmalo je industriju te je kompanijama poput General Motorsa i Chryslera bila potrebna pomoć vlasti za nastavak poslovanja. Toyota je za 2008. godinu objavila financijski gubitak po prvi put u povijesti. Također, ostali veliki japanski proizvođači automobila, Honda, Suzuki, Nissan, Subaru, pretrpjeli su velike gubitke u poslovanju. U državama poput Rusije i Švedske bilo je potrebno da vlast pomoću subvencija i direktnog financiranja spasi domaće kompanije od kolapsa.

Vladini poticaji te postupan izlazak država iz krize za zajedno sa novim smjernicama razvoja, omogućile su oporavak automobilske industrije. Unutar tog perioda vidljivi su novi trendovi potencirani Pariškim sporazumom²² te kompanijom Tesla Inc., odnosno smanjenjem globalnog zagađenja fosilnim gorivima te prebacivanjem na obnovljive izvore energije. Izuzev kriznog

²¹ Sredina 2007. godine

²² Pravno obvezujući internacionalni dogovor o klimatskim promjenama. Usvojen je od strane 196 zemalja u Parizu 2015. godine. Cilj je ograničenje globalnog zagrijavanja na ispod dva stupnja celzijusa u odnosu na vrijeme prije industrijske revolucije (Dimitrov, 2016.).

razdoblja uzrokovanog virusom Covid-19, automobilska industrija bilježila je rast u zadnjih deset godina (Dimitrov, 2016.).



Slika 11. Prikaz globalne proizvodnje automobila, razdoblje od 2000. do 2020. godine

Izvor: statista.com, 2021.

Prema Catarino (2019.), tijekom proteklih godina sve više automobila je prodano globalno. Zbog rastućeg gospodarstva, svijesti o okolišu, povećanja cijena goriva i vladini poticaji za električne automobile, automobilska industrija svjedoči velikoj transformaciji – razvoju električnih baterija (BEV), električnih vozila (EV) i priključnih hibridnih električnih vozila (PHEV).

3.2. Razdoblje ideje kao temelj kompanije Tesla, Inc.

Prema Sperling (2018.), u posljednjih pola stoljeća promet jedva se promijenio. Iako su automobili sigurniji, pouzdaniji i udobniji, i dalje putuju istom brzinom, imaju istu nosivost te koriste gorivo za motor sa unutarnjim izgaranjem. Ni javni prijevoz nije se promijenio, iako su se moderne gradske željezničke usluge pojavile u nekim gradovima od 1970-ih. Slično, ceste su bitno nepromijenjene, još uvijek su izrađene od asfalta i betona i još uvijek se uglavnom financiraju porezima na benzin i dizel.

Povezano sa razvojem infrastrukture potrebne za napredak automobilske industrije uz jačanje radničke klase, prodaja automobila rasla je iz godine u godinu te je profit bio zadovoljavajuć za kompanije i njihove dioničare. Nedostatak inovacija u industriji automobila nalikovao je izostanku razvoja industrijske grane koju je ona dovela do blagostanja – naftnoj industriji.

Zajednička svojstva dviju industrija bio je nedostatak inovativnosti kao pokretača novih poslovnih procesa i fokusiranje na jedan, nepromijenjen proizvod kao izvor prihoda.

Prema Callery (n.d.), od početka 20. stoljeća količina stakleničkih plinova u atmosferi brzo se dizala. Staklenički plinovi uključuju, ali nisu ograničeni na ugljični dioksid, vodenu paru, metan, ozon i dušikov oksid. U suštini, sve veće koncentracije ovih plinova doprinose efektu staklenika – zagrijavanju koje nastaje kada atmosfera zarobi toplinu koja zrači sa Zemlje prema svemiru, što je primarni uzrok klimatskih promjena i globalnog zatopljenja.

Proces globalnog zatopljenja uočen je tek krajem 20. stoljeća te su razvijene zemlje ubrzano usavršavale planove za smanjenje efekta staklenika. Budući da su automobili odgovorni za značajan dio emisije stakleničkih plinova (32% u SAD-u, 16% globalno), početak novog tisućljeća obilježilo je uvođenje novih propisa za proizvođače automobila. Najveći svjetski proizvođači automobila odgovorili su poboljšanjem goriva za konvencionalne automobile (pogonjeni motorom sa unutarnjim izgaranjem), razvijanjem hibridnih vozila i pokretanjem programa za električna vozila. Dok su neke kompanije postigle velike pomake u poboljšanju njihovih konvencionalnih vozila (Mazda, Volkswagen), drugi su razvili privlačna hibridna vozila (Toyota, Honda). Ali razvoj kvalitetnog električnog vozila pokazao se kao kompliciran zadatak za najrazvijenije svjetske proizvođače automobila (Ivanchenko, 2017.).

Ideja koja će kasnije rezultirati nastankom kompanije Tesla Motors potječe iz prve polovice 1990-ih godina kada je Marc Tarpenning upoznao Martina Eberharda, koji je radio kao inženjer u kompaniji Wyse Technology. Vrlo brzo su uočili da imaju mnogo toga zajedničkog, među kojima i strast osnivanju novih kompanija. Uslijedilo je pokretanje niza poduzeća uključujući kompaniju NuvoMedia koja je 1998. godine predstavila proizvod Rocket eBook te bila pionir modernih e-readera (Amazon Kindle, Sony e-Reader itd.). Strast prema automobilima počela je ubrzo nakon što se Eberhard razveo i odlučio kupiti sportski automobil. Novonastala preokupacija automobilima urodila je investiranjem u proizvođača električnih automobila, kompaniju AC Propulsion (Slika 12) sa ciljem ulaska na tržište automobila (Wu, 2021.).

Prema Krupljanin (2021.), kompanija Tesla Motors osnovana je 1.7.2003. godine, zaslugom Martina Eberharda i Marca Tarpenninga. Nazvana je prema slavnom znanstveniku Nikoli Tesli. Osnivači kompanije bili su potaknuti napretkom tehnologije litij-ionske baterije u posljednjih deset godina, smanjenjem broja novih naftnih nalazišta u odnosu na proizvodnju naftnih derivata te neuspjelim pokušajima proizvodnje električnih vozila od strane kompanije

General Motors. Inicijalnu investiciju uplatio je poduzetnik Elon Musk te je kompanija zakupila skladište u Silicijskoj dolini²³ dovoljno veliko za razvoj prototipa vozila.



Slika 12. AC Propulsion tzero

Izvor: McCain, 2019.

Iduće godine se kompaniji priključio današnji CEO Elon Musk, nakon što je investirao dodatnih 30 milijuna dolara u nju. Ideja osnivanja kompanije bila je proizvodnja prvog, potpuno električnog sportskog automobila (McCain, 2019.).

Prema Perkins i Murmann (2018.), u dvije godine od osnutka, kompanija Tesla je sklopila partnerstvo sa proizvođačem automobila, kompanijom Lotus. To je bilo značajno zbog početka rada na prototipa prvog automobila kompanije Tesla, model *Roadster*. Naime, kompanija Lotus ustupila je vlastiti model *Elise* na kojem su inženjeri Tesle radili modifikacije. Namjera je bila zamjeniti pogonski sklop motora s unutarnjim izgaranjem sa električnim, koji se sastoji od litij-ionskih baterija, energetske elektronike, motora, mjenjača i logike upravljanja. Kompanija je koristila standardne, „18650“ baterije i kombinirali na tisuće njih kako bi se formirala jedna funkcionalna automobilska baterija. Prvi prototip modela *Roadster* dovršen je u roku od četiri mjeseca sa manje od dvadeset zaposlenika. Međutim, razvoj velike baterije zahtijevao je inženjerska rješenja u vidu hlađenja, smanjenja vjerojatnosti zapaljenja i eksplozija.

Prototip modela *Roadster* predstavljen je sredinom 2006. godine na aerodromu u Santa Monici pred 350 ljudi. Planirano je da će prvo slanje kupcima biti moguće krajem iste godine. Prilikom predstavljanja bilo je jasno da je *Roadster* jedinstven proizvod, bilo je moguće putovati do 245

²³ Južni dio obalne zone San Francisca u sjevernoj Kaliforniji u SAD-u; sinonim za poslovanje visokim tehnologijama (Hrvatska enciklopedija, 2021., M).

milja (394 kilometara) bez dodatnog punjenja i ubrzanje do 100 kilometara na sat bilo je moguće unutar 4 sekunde. Strategija kompanije u prvom razdoblju bila je ulazak na tržište luksuznih vozila te je definirana cijena od 109 tisuća dolara (Krupljanin, 2021.).

Brzina isporuke prvih vozila naišla je na velike probleme radi kvarova prilikom proizvodnje i nedostatka tvornice za proizvodnju automobila. Da bi riješila probleme, kompanija je prepustila dijelove izrade vozila kompaniji Lotus, ali zbog nedostatka iskustva vodećih ljudi (svih pet osnivača nisu imali iskustva u automobilskoj industriji) i velike ekonomske krize, prvo slanje automobila dogodilo se tek 2008. godine (Ivanchenko, 2017.).

Temeljnu konkurentsku prednost kompanija je gradila preko vlastite distribucije vozila. Nisu planirana partnerstva sa drugim automobilskim kućama već je slanje automobila kupcima kompanija izvršavala osobno. Dugoročno je to prednost, ali u kratkom roku radi manjka iskustva i kapaciteta dolazilo je do produžavanja vremena isporuke. Prvo prodajno mjesto otvoreno je 2008. godine u Los Angelesu i tijekom godine u ostalim velikim američkim gradovima, dok je prvo prodajno mjesto u Europi otvoreno u Londonu 2009. godine. Prilikom otvaranja centara implementiran je sistem *Ranger* vozila. Radilo se o usluzi koja je predviđena samo za modele Teslinih vozila. Prilikom kvara ili problema u vožnji, kompanija je nudila besplatnu pomoć na lokaciji (Tesla, 2010.).

U srednjem roku, kompanija je planirala proširenje ponude vozila te je 2007. godina označavala početak izrade prototipa *Model S* (Slika 13). Odlučeno je da početna cijena luksuznog automobila bude 80 tisuća dolara. Za *Model S* planirano je da ima najviše standarde sigurnosti u automobilskoj industriji. Uz to, ubrzanje do 100 kilometara na sat bilo je moguće za 3 sekunde i povećano je trajanje baterije na 480 kilometara. U to vrijeme broj zaposlenih iznosio je nekoliko stotina te je u isto vrijeme kompanija proizvodila model *Roadster*. Također, kompanija je promijenila pristup izradi prototipa te su za novi model zaposleni brojni inženjeri sa iskustvom u automobilskoj industriji. U tom periodu Tesla je bila jako blizu bankrota radi neprofitabilnosti i lošeg stanja u ekonomiji. Zbog smanjenja troškova reducirana je proizvodnja postojećeg modela na manje od tisuću vozila godišnje. Sredinom 2009. godine osigurano je financiranje od strane Ministarstva energetike SAD-a (engl. *US Department of Energy*) u iznosu od 465 milijuna dolara kredita, ključno za nastavak poslovanja. Iste godine završen je prototip Modela S te je planirana proizvodnja 10 tisuća vozila godišnje te je radi povećanja proizvodnih kapaciteta kompanija kupila tvornicu NUMMI od Toyote. U kriznom periodu

promijenjena je struktura vodstva kompanije, osnivači Eberhard i Tarpenning napustili su kompaniju te je Elon Musk postao CEO (Perkins i Murmann, 2018.).



Slika 13. Model S

Izvor: edmunds.com, 2021.

3.3. Razdoblje proizvodnje

Pozitivna reakcija kupaca na model *Roadster*, najkvalitetnijeg vozila na pogon električnom energijom, naveo je konkurente na suradnju sa Teslom. Suradnja s njemačkim proizvođačem automobila Daimler AG i japanskom Toyotom početak je promjena u strategiji automobilske industrije. S njemačkom kompanijom Tesla je surađivala na modelima *Smart* i *A class* dok je s japanskim proizvođačem modificirala novi model *RAV4 EV*. Suradnja s kompanijama sastojala se u razmjeni tehnologije znanja o baterijama, električnom napajanju, mjenjaču i električnom motoru.

Razmišljanje vodstva i razvoj kulture u kompaniji razlikovao se od snažnih konkurenata. Naime, milijuni prodanih vozila konkurentnih poduzeća bili su teško dostižni te za razvoj novih tehnologija bili su potrebni resursi koje Tesla nije imala na raspolaganju na početku svojeg poslovanja. Kako bi se približili tehnološkom razvoju Tesla je blisko surađivala sa nizom ranije spomenutih kompanija te razmjenjivala novostečena saznanja o automatizaciji vožnje i električnom pogonu. Na taj način indirektno je djelovala na razvitak novog tržišta, tržišta električnih automobila i unaprijeđivala vlastita znanja o proizvodnim procesima i tehnologiji izrade vozila.

Počevši od 2009. godine svaki novi kupac električnog automobila (EV) u SAD-u dobivao je subvenciju u iznosu do 10% vrijednosti automobila. To je uvelike olakšalo prodaju automobila kompaniji Tesla i modelu *Roadster*. Do 2011. godine kupci automobila dobili su novčanu pomoć u iznosu od 31 milijun dolara (Perkins i Murmann, 2018.).

Prema Lobo (2020.), u lipnju 2010. godine kompanija Tesla Motors provela je početnu javnu ponudu (IPO) na burzi u New Yorku, postavši prva američka automobilska kompanija koja je to učinila od 1956. godine kada je to učinila kompanija Ford. Tesla je prikupila 226 milijuna dolara, a procjenjena je na 2 milijarde dolara. Iste godine je japanski proizvođač električne opreme Panasonic uložio 30 milijuna dolara u partnerstvo s baterijama, a Tesla je prikupila dodatnih 172 milijuna dolara u svibnju 2011. godine i 192 milijuna dolara u rujnu 2012. godine putem sekundarnih ponuda.

Kompanija je na *Model S* gledala kao priliku za prodor na šire tržište i prve naznake masovne proizvodnje što je bila druga faza tzv. *Master plana*²⁴ CEO-a kompanije Elona Muska. Druga faza označavala je povećanje proizvodnje na 20 tisuća vozila godišnje u tvornici u Fremontu. Kako je odmicalo vrijeme razvoja tako je kompanija otkrivala javnosti pojedinosti vezane za cijenu i karakteristike proizvoda. Za razliku od modela *Roadster* čiji su pojedinačni dijelovi bili proizvedeni od strane drugih proizvođača, za *Model S* sve dijelove je proizvodila Tesla.

Otkriveno je da kompanija planira koristiti umjetnu inteligenciju prilikom izrade vozila te da cijena automobila sa osnovnom opremom iznosi 49 900 dolara. Tržište SAD-a definirano je kao primarno te je planirano širenje djelatnosti proizvodnje automobila i solarnih panela²⁵. Ovisno o odabranoj opremi novim modelom omogućeno je putovanje između 256 i 480 kilometara. Do kraja 2010. godine kompanija je imala blizu 3400 rezervacija za *Model S* (Tesla, 2010.).

²⁴ Dugoročan plan definiran od strane Elona Muska i vodećih ljudi kompanije Tesla Motors. Kao kratkoročan cilj definiran je razvoj i distribucija visoko efikasnog sportskog automobila pomoću kojeg će se u dugom roku financirati razvoj prototipa obiteljskog automobila, rast kompanije i masovna proizvodnja.

²⁵ Tesla Solar, program koji je počeo 2006. godine kao diferenciranje poslovanja u druge industrije obnovljivih izvora energije.

U 2011. godini kompanija je razvijala dva nova modela automobila: *Model S* i *Model X* (Slika 14). U tu svrhu povećani su izdaci za istraživanje i razvoj (engl. *research and development – R&D*) s 93 milijuna dolara u 2010. godini na 209 milijuna dolara. *Model Roadster* do kraja 2011. godine prodan je u 2450 primjeraka u 31 zemlju, većinom u zemlje Sjeverne Amerike i Europe. Broj narudžbi za novi *Model S* narastao je za 8 tisuća i brojao je ukupno 15 tisuća, a prva slanja odgođena su za sredinu 2012. godine (Tesla, 2012.).



Slika 14. Model X

Izvor: squir.com, 2021.

Početak 2012. godine označio je kraj proizvodnje modela *Roadster*. Kompanija se okretala budućim projektima te proizvodnji jeftinijih vozila te mreži za njihovu podršku. Prototip *Model X* vozila predstavljen u veljači 2012. godine te je početak njegove proizvodnje planiran za kraj 2013. godine, a globalna distribucija za 2014. godinu. Predviđen je kao luksuzan automobil, sličan *Model S* vozilu ali napravljen je pomak u dizajnu prema klasičnom obiteljskom automobilu. Kako se približavao rok početka distribucije *Model S* vozila, kompanija je dodala mogućnost kupovine vozila putem Interneta.

Kapitalni izdaci između 2008. i 2012. godine (isporuka prvog *Modela S*) iznosili su 486 milijuna dolara, a troškovi istraživanja i razvoja između 2006. i 2012. godine 737 milijuna dolara (Lobo, 2020.).

Kada su kompanije poput General Motorsa i Toyote stvarale strategiju inoviranja u smjeru električnih vozila krajem prošlog stoljeća uočile su tri glavne prepreke razvoju tržišta

električnih vozila: trajanje baterije, troškovi baterije i punjenje baterije (Perkins i Murmann, 2018.).

Tesla je do 2012. godine bila predvodnik po trajanju baterije te su troškovi njene izrade bili niži od potencijalnih konkurenata. Prilikom početka prodaje i distribucije novog modela, kompanija je pokrenula izradu *Supercharger* mreže za punjenje vozila. Projekt je pokrenut 2012. godine sa ciljem da prodana vozila imaju pristup brzom i efikasnom punjenju i osiguravanju maksimalnog zadovoljstva kupaca. Na taj način su obuhvatili sva tri definirana problema (Tesla, 2013.).

Model S je definiran kao proizvod koji će kompaniju učiniti relevantnom na tržištu ili dovesti do kraha poslovanja. Imajući to na umu kompanija se prilikom izrade automobila već na početku suočila sa velikim problemima. Zbog velike razine automatizacije procesa, radna snaga nije bila upoznata sa svim razinama proizvodnje te su bili potrebni resursi i vrijeme da bi se omogućila proizvodnja na planiranoj razini. Isto tako potresi u Japanu ozbiljno su uzrdmali proizvodnju kompanije Panasonic, glavnog partnera za izradu dijelova baterija što je dodatno otežavalo proizvodnju vozila. Uz sve navedeno izrada *touch screen* tehnologije i njena implementacija unutar automobila zahtjevali su komponente više različitih dobavljača što je dovelo do problema logističke prirode.

Od 5 tisuća planiranih vozila, na ulasku u zadnji kvartal godine proizvedena su 132 automobila. Situacija se poboljšala krajem godine te distribuirano ukupno 2650 vozila. Slabi rezultati i logistički problemi, početkom 2013. godine su doveli kompaniju na rub bankrota (Bullis, 2012).

Tesla je u 3 godine na burzi bila klasičan primjer kompanije koja troši veliki kapital na stvaranje potencijalno revolucionarnog modela koji će postati profitabilan u srednjem roku. Kompanije poput Googlea, Amazona i Ubera na sličan način su egzistirale u ranom stadiju poslovanja da bi kasnije postale profitabilne na temelju svojih disruptivnih tehnologija. Za takve kompanije pozitivan stav tržišta ključan je za nastavak poslovanja. U tom razdoblju kompanija Tesla je imala sredstva za nekoliko tjedana poslovanja te je bila blizu nesolventnosti. U tu je svrhu emitiran novi blok dionica s ciljem prikupljanja kapitala za nastavak poslovanja.

Za prvi kvartal 2013. godine Tesla je, po prvi puta u povijesti, objavila pozitivne rezultate. Potaknuti pozitivnim vijestima uz širenje *Supercharger* mreže u Kinu i pozitivnim iskustvima korisnika novim modelom vozila, cijena dionica Tesle porasla je 460% u godinu dana, kako je vidljivo na slici 15 (Catarino, 2019.).



Slika 15. Rast cijene dionica kompanije Tesla, Inc., razdoblje od 2010. do 2017. godine

Izvor: Catarino, 2019.

Porast cijena dionica je omogućio jednostavnije financiranje kompanije koja je još uvijek bila u razvoju poslovnog modela. Do kraja 2013. godine kompanija je uspjela postići ciljane rezultate te je prodala i distribuirala preko 25 tisuća automobila po cijelom svijetu, izgrađeno je više od 90 *Supercharger* stanica, a *Model S* je postao iznimno cijenjen zbog tehnologije i sigurnosti (Tesla, 2013.).

Prema Valikangas (2018.), nakon razvoja tržišta u matičnoj zemlji, sekundarni cilj kompanije bilo je širenje poslovanja na Azijsko tržište odnosno Kinu. Interes Kine bio je da bude glavni pokretač, disruptivna sila koja će promijeniti industriju iz pogona na fosilno goriva na pogon električnom energijom. Teslino građenje *Supercharger* mreže točno je ono što je Kina planirala biti; neprikosnoveni globalni lider u visokoj tehnologiji.

Omogućavanje energetske neovisnosti korisnika, autonomnost vozila i masovna proizvodnja električnih vozila bili su najvažniji ciljevi druge faze *Master plana* Elona Muska, CEO-a Tesle. Iako su rezultati u razdoblju od 2010. do 2013. godine ukazivali na povećanje interesa tržišta za novim proizvodom, Tesla nije zabilježila profitabilnu kalendarsku godinu (Catarino, 2019.).

Masovna proizvodnja podrazumijeva dostizanje ekonomije razmjera²⁶ za što nije bila dostatna postojeća Teslina tvornica u Fremontu. Tijekom 2013. godine Tesla je krenula u pregovore sa japanskom partner kompanijom Panasonic oko izgradnje tvornice koja bi dostigla visoku razinu automatizacije i dodatno snizila prosječnu cijenu po kWh-u²⁷. Porast interesa za električnim vozilima te jačanje konkurencije u tom sektoru, vodeći ljudi Tesle bili su svjesni da je potreban korak u smjeru dodatnog snižavanja prosječnih troškova (Tesla, 2014.).

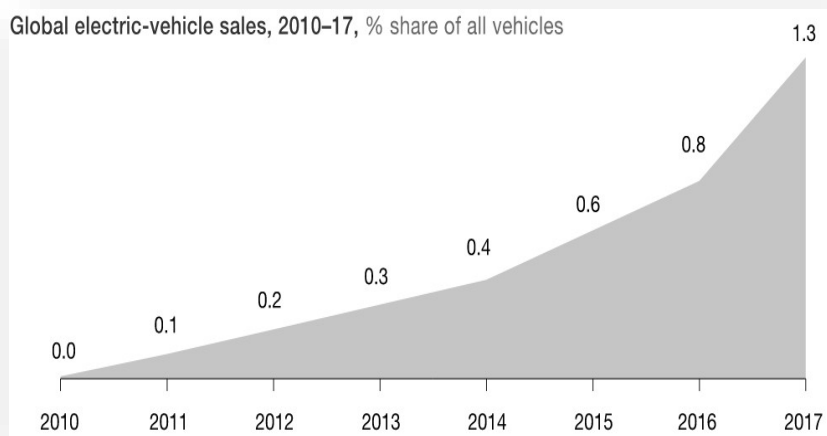
Sredinom 2014. godine objavljeno je da će kompanija u suradnji sa Panasonicom graditi tvornicu nazvanu Gigafactory u saveznoj državi Nevadi, SAD. Za tvornicu je planirano da zapošljava više 6 tisuća radnika te je za cilj postavljena proizvodnja milijun vozila godišnje do 2020. godine. Uz proizvodnju automobila predviđeno je da se dio kapaciteta koristi u svrhu stvaranja i distribuciju proizvoda za skladištenje električne energije. Kompanija je za izgradnju tvornice birala između nekoliko saveznih država te na kraju izabrala Nevadu radi subvencija, poreznih olakšica i prometne povezanosti. Lokalne vlasti SAD-a podržavale su projekte obnovljivih izvora energije zbog sve većeg globalnog zagađenja i pregovora u Parizu koji su najavljeni za 2015. godinu. U prilog išla je činjenica da se udio električnih vozila u razdoblju od 2011. do 2014. godine povećao za četiri puta. Rok za izgradnju iznosio je 3 godine (Tesla, 2014.).

Novonastali trendovi u automobilskoj industriji modificirali su projekcije energetske kompanija za potrošnju naftnih derivata u razdoblju do 2040. godine (2015.). Naime, zbog razvoja novih tehnologija i poboljšanje kvalitete goriva očekivana buduća potrošnja smanjila se za 50%. U 2014. godini svjetska proizvodnja električnih vozila, pod utjecajem povećane konkurencije iznosila je 320 tisuća prodanih vozila, 0,4% ukupnog broja prodanih vozila uz rast od 80% u odnosu na godinu prije (Slika 16) (Hertzke et al., 2017.).

Prema Tech Talker (2014.), Tesla je do 2015. godine ostvarila zavidnu prednost nad konkurencijom u broju *Supercharger* postaja koje su prešle broj od 500 stanica te po troškovima za proizvodnju jednog kWh. Dok je Tesla proizvodila jedan kWh za cijenu od 300 dolara, konkurenciju je to koštalo do 500 dolara. Izgradnjom tvornice Gigafactory, prosječna cijena jednog kWh energije smanjila bi se za dodatnih 30% što bi značilo važnu konkurentsku prednost prilikom planirane masovne proizvodnje.

²⁶ Ekonomija razmjera, ekonomija veličine opadanja jediničnih troškova ili prosječnih ukupnih troškova s porastom obujma proizvodnje (Hrvatska enciklopedija, 2021., N).

²⁷ Čitati: kilovat sat.



Slika 16. Odnos proizvedenih električnih automobila u ukupnoj proizvodnji (2010.-2017.)

Izvor: Hertzke et al.,2017.

Prema Catarino (2019.), diverzifikacija poslovanja također je dio strategije koju je kompanija planirala uvoditi u poslovanje od samih početaka. Proizvodi poput Powerwall-a, Powerpack-a i Solar Roofa razvijani su dugi niz godina. Prva dva sustava predstavljena su 2015. godine. Proizvod Powerwall bio je važan dio strategije Tesle u vidu proizvodnje i skladištenja električne energije unutar kućanstva. Powerpack proizvodi stvoreni su za generiranje električne energije, njeno skladištenje i trošenje. Posljednji spomenuti proizvod, Solar Roof zamišljen je kao nadopuna odnosno za napajanje domova i poslovnih prostora. Prvi takav sustav implementiran je 2017. godine.

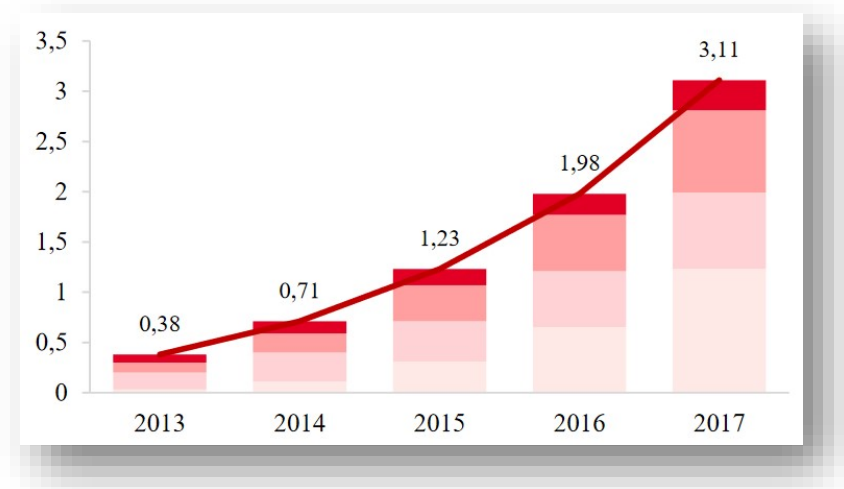
Prema Xu (2020.), 2015. godine Tesla je proglašena za treće najinovativnije poduzeće na svijetu. Tesla nije samo vozilo i pametni terminal, za svoje korisnike ona je postala kultura i stil života. Nakon dvije temeljne revolucije u automobilskoj industriji; proizvodnju na montažnoj traci koju je uveo Henry Ford 1914. godine i *Lean Production* koju su uvele kompanije iz Japana 1980-ih godina, treća automobilska revolucija poduzeta je protiv oskudice fosilnih goriva, ispušnih plinova i automobilskih nesreća uzrokovanih nepažnjom vozača. Navedene činjenice pozivale su na razvoj jasnijeg i inteligentnijeg doba vožnje.

Do kraja 2015. godine kompanija je od početka proizvodnje *Modela S* proizvela i isporučila 107 000 jedinica vozila. Broj *Supercharger* stanica narastao je na 584, a u SAD-u je 98% posto populacije bilo pokriveno punionicama. Iste godine otkriveno je da će početkom 2016. godine biti predstavljen prototip novog vozila, *Modela 3*. Naime, porast interesa javnosti te izvrsno prihvaćeni *Model S* i *Model X* naveli su Teslu na korak naprijed – masovnu proizvodnju.

Pomoću poboljšanog dizajna kompanija je ostvarila dodatnu komparativnu prednost i cjenovno vodstvo u proizvodnji električnih automobila. Za početak distribucije novog modela odabran je prvi kvartal 2017. godine (Tesla, 2016.).

Prema Ahmad i Khan (2019.), strategija diferenciranja poslovanja nastavljena je 2016. godine kupovinom kompanija Solar City. Ova investicija označila je tehnološki iskorak u odnosu na prethodne generacije solarnih panela, solarnih crijepova i skladištenja električne energije. Naime, prethodne generacije proizvoda omogućavale su napajanje postrojenja samo za vrijeme sunčanih razdoblja, dok je pomoću tehnoloških rješenja kompanije Solar City omogućeno skladištenje velikih količina energije koja se potom mogla koristiti u svim vremenskim prilikama. Prvi takav sustav postavljen je 2017. godine. Iste godine otvorena je tvornica *Gigafactory 2*, primarno za izradu komponenti sve šireg asortimana proizvoda.

U razdoblju od četiri godine (2013.-2017.) globalna prodaja vozila na električni pogon prešla je 3 milijuna jedinica (Slika 17). Zemlje predvodnice po broju kupljenih vozila bile su Norveška u Europi te Kina u Aziji. Upravo Kinesko tržište postalo je odabrano kao područje strateškog širenja za Teslu (Catarino, 2019.).



Slika 17. Broj prodanih električnih automobila, razdoblje od 2013. do 2017. godine

Izvor: Catarino, 2019.

Prototip za *Model 3* predstavljen je u ožujku 2016. godine. Određena je početna cijena od 35 tisuća dolara što je bilo konkurentno sa proizvođačima poput Forda, GM-a i Volkswagena. Brzinu do 100 kilometara na sat postizao je unutar 6 sekundi te je u osnovnom paketu ponuđena baterija kojom se moglo prijeći 354 kilometra. Za početak isporuke automobila odabran je srpanj 2017. godine. Kompanija je izjavila da će zbog napretka u izgradnji tvornice *Gigafactory*

biti moguća proizvodnja do 5 tisuća vozila tjedno do kraja 2017. godine uz proizvodnju 500 tisuća automobila godišnje do kraja 2018. godine. U tjedan dana od otvaranja prednarudžbi zaprimljeno je 350 tisuća zahtjeva u vrijednosti preko 14 milijardi dolara. Pozitivan stav kupaca odrazila se na cijeni dionica koja je početkom 2017. godine po prvi put prešla cijenu od 350 dolara (Tesla, 2016.).

Zbog povećanog obujma poslovanja kompanija je povećala broj zaposlenih na 17800 te zajedno sa kompanijom Solar City brojila više od 30 tisuća zaposlenih. Kompanija je 2016. godine promijenila ime u Tesla Inc., a kao razlog navedeno je širenje poslovanja u kojem kompanija uz prodaju vozila nudi širok asortiman proizvoda vezanih za električnu energiju (Tesla, 2017.).

Usprkos najavama povećanom volumenu proizvodnje, kompanije nije uspješno izvršavala obaveze prema kupcima. Povećana automatizacija negativno se odrazila na produktivnost zbog nepoznavanja procesa masovne proizvodnje te je uz probleme sa dobavljačima bila glavni razlog kašnjenja proizvodnje i distribucije. Do kraja 2017. godine isporučeno je 1542 *Model 3* vozila (Catarino 2017.).

Prema Walsh (2019.), na primarnom Teslinom tržištu, SAD-u 2016. godine prodano je 200 tisuća vozila na pogon električnom energijom odnosno 2,85% od ukupne količine kupljenih vozila dok se još uvijek minoran udio na tržištu (0,2%) povećao za 25% u odnosu na godinu prije te su pokazatelji ukazivali na vjerojatnost daljnjeg dvocifrenog rasta.

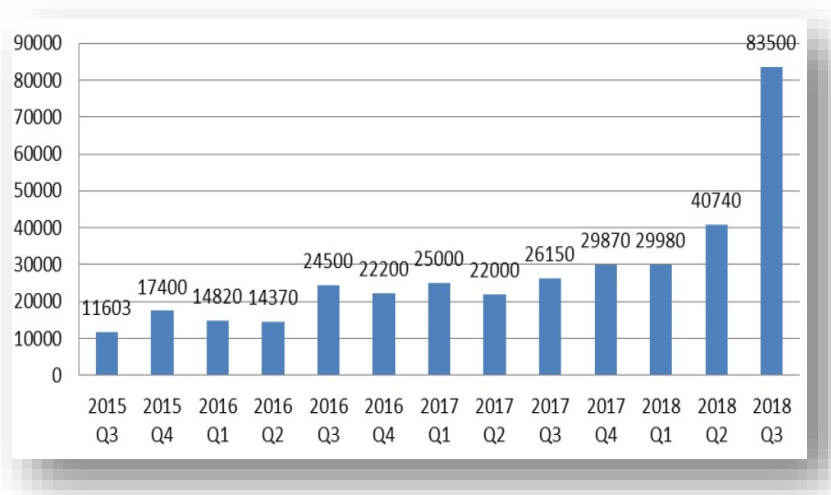
Iako se cilj Kine odnosno da bude vodeća država svijeta u proizvodnji električnih automobila nije ostvario, nedovoljna razvijenost tržišta pružala je drugu priliku kineskim proizvođačima. Kompanije poput BYD-a, Baidu-a, Tencenta i ostalih gledale su način da postanu konkurentni na sve brže rastućem tržištu. Isto tako Teslin rast u Kini iznosio je 17% 2017. godine, a ukupan broj prodanih električnih vozila u toj državi iznosio je 680 tisuća što je više nego cijeli svijet zajedno. Postalo je jasno da će kompanija morati reagirati na zahtjeve tržišta (Lobo, 2020.).

Uz postojeće modele, Tesla je krajem 2017. godine predstavila nadolazeće modele: *Semi Truck* i drugu generaciju *Roadstera*. Očekivalo se da će modeli biti isporučeni do 2019. godine da bi se kasnije odgodio rok za početak 2020. godine (Catarino, 2019.).

Prema Catarino (2019.), kineska vlada odobrila je Tesli gradnju *Gigafactory 3* tvornice u Šangaju koja bi nakon završetka izgradnje, 2021. godine trebala proizvoditi 500 tisuća automobila u punom kapacitetu što bi zadovoljilo potražnju na kineskom tržištu. Proizvodnja

u Kini nudila je velike prednosti za Teslu: niski troškovi radne snage, subvencije za obnovljive izvore energije i ušteda na carini (25%).

U 2018. godini kompanija je prodavala tri modela: *Model S*, *Model X* i *Model 3*. Krajem drugog kvartala kompanija je zabilježila najveći gubitak u povijesti, 785 milijuna dolara pod utjecajem izlaska na međunarodno tržište i ulaganja u Kinu. Zbog velikih lista čekanja i smanjenja povjerenja u kompaniju 25% kupaca iz prednarudžbi je tražilo povrat novca. Kao rezultat negativnih kretanja, do sredine 2018. godine preko 4 tisuće ljudi je otpušteno. Usprkos problemima, kompanija je uspješno isporučila rekordnih 245 tisuća vozila od kojih 182 tisuće na američko tržište označavajući uspješan izlazak na globalno tržište (Slika 18), prvo za američkog proizvođača automobila od 1940-ih godina. Isto tako tijekom godine kompanija je počela prihvaćati dostave iz Europe, a isporuke za kinesko tržište trebale su krenuti početkom 2019. godine (Tesla, 2019.).



Slika 18. Broj isporučenih vozila marke Tesla (kvartali), razdoblje od 2015. do 2018. godine

Izvor: Ahmad i Khan, 2019.

Prihodi za 2018. godinu su po prvi put prešli 20 milijardi dolara (21,461 milijardi dolara) u odnosu na 11,759 milijardi dolara u 2017. godini. Snažan rast na globalnom tržištu i dostizanje planirane proizvodnje od 4800 proizvedenih automobila tjedno povećali su tržišnu kapitalizaciju kompanije na 60 milijardi dolara, čineći ju u jednom trenutku najskupljom američkom automobilskom kompanijom (Tesla, 2019.).

Volatilnost proizvodnje i dalje je predstavljalo problem za Teslu. U zadnja dva mjeseca 2018. godine proizvedeno je 43 900 vozila da bi se brojke reducirale na 12 250 u prva dva mjeseca 2019. godine. Slabiji rezultati početkom 2019. godine nisu umanjili tržišni udio Tesle te je i

dalje držala vodeću poziciju na tržištu električnih vozila. Otvaranje novih tvornica postalo je imperativ za kompaniju zbog sve veće globalne potražnje za električnim vozilima (Ahman i Khan, 2019.).

Početak 2019. godine otvorena je tvornica *Gigafactory 3* u Šangaju, prva tvornica takvog tipa izvan SAD-a. Kako je više od polovice dobavljača Tesle iz Kine, ne samo da je tvornica poboljšala proizvodne kapacitete već je postigla značajno smanjenje troškova radne snage, tarifa, proizvodnje, dijelova iz Kine te proširenje tržišta. Posebno su sniženi troškovi rada zaposlenih na montaži na proizvodnoj liniji. Produktivnost i efikasnost dobivena otvaranjem tvornice u Kini ispostavila se ključnom za razvoj novog Model Y vozila, predstavljenog u ožujku 2019. godine. Godišnji kapacitet tvornice za proizvodnju *Modela 3* bio je 150 tisuća vozila, a zbog niske cijene automobil je bio pristupačan velikom broju kineskih potrošača (Xu, 2020.).

Prema O'Kane (2020.), kompanija je u prvom kvartalu 2019. godine zabilježila gubitak od 702 milijuna dolara zahvaljujući investicijama u tržišta Europe i Kine te smanjenog obujma proizvodnje. Isto tako početkom godine postupno je padala potražnja za električnim automobilima te je kao rezultat dionica Tesle u jednom dijelu godine pala na ispod 180 dolara, najniži iznos u 3 godine.

Kako je godina odmicala tako se situacija u kompaniji mijenjala te je u zadnjem kvartalu prodano 112 000 vozila te ukupno 367 500 automobila. Premda je to bilo ispod planiranih 400 000 vozila, Tesla je u 2019. godini prodala više automobila nego prethodne dvije zajedno. Kao rezultat rekordnih brojki cijena dionica na početku 2020. godine iznosila je 400 dolara (Tesla, 2019.).

U 2020. godini kompanija je ostvarila prvu profitabilnu kalendarsku godinu u povijesti. Godišnji prihod iznosio je 31,5 milijardi dolara uz profit od 721 milijuna dolara. Kao glavni razlog odličnih rezultata bili su prodaja *Model 3* vozila te u posljednjem kvartalu *Model Y* vozila. Usprkos velikoj globalnoj krizi uzrokovanoj pojavom i širenjem virusa COVID-19, globalna prodaja rasla je 50% te iznosila 500 000 vozila. Tvornica u Šangaju isporučila je 40 000 vozila na kinesko tržište, dva puta više u odnosu na godinu prije. Kao odgovor na odlične financijske rezultate, cijena dionica porasla je 700% (Slika 19). Na kraju 2020. godine tržišna kapitalizacija iznosila je 819 milijardi dolara, čineći ju vrijednijom od konkurenata Toyote, Wolkswagena i GM-a zajedno (Ohnsman, 2021.).



Slika 19. Tržišna kretanja cijene dionica Tesla Inc., razdoblje 2020.-2021.

Izvor: *macrotrends.net*, 2021.

Nakon početnog uspjeha u Kini kompanija se okrenula sljedećem tržištu od izuzetne važnosti, Europi. Prve tri *Gigafactory* tvornice ispostavile su se kao velike uspješnice te je za sljedeći projekt odabrana izgradnja jedne takve tvornice u Europi. Za lokaciju nove, *Gigafactory 4* tvornice odabran je Berlin, a vrijeme početka izradnje ožujak 2021. godine. U tekućoj godini Tesla nastavlja obarati rekorde proizvodnje i distribucije a mreža *Supercharger* punionica i dalje je bez premca u svijetu te nudi ozbiljnu konkurentsku prednost kompaniji sa više od 25 000 punionica u svijetu. Drugi kvartal 2021. godine je prvi put u povijesti da je tromjesečni profit iznosio iznad milijardu dolara, stavljajući kompaniju kao važnog industrijskog igrača u svijetu poslije korona krize (Ohnsman, 2021.).

3.3.1. Elon Musk

Kroz posljednjih 15 godina Musk je snažno utjecao na razvoj u svim razinama poslovanja kompanije. On je uplatio prvu veću investiciju u Teslu vjerujući u ideju održivog razvoja i stvaranja profitabilne kompanije bez negativnog utjecaja na okoliš. Kroz turbulentno razdoblje stvaranja industrijskog giganta njegov nepokolebljiv duh imao je važnu ulogu u današnjem poslovanju.

Elon Musk je rođen 28. lipnja 1971. godine u gradu Pretoriji, Južnoafrička Republika. Još kao dječak zamišljao je inovacije i rješenja problema da je često toliko fantazirao da su roditelji tražili mišljenje doktora vjerujući da njihovo dijete nije zdravo. Ali Musk je od mladih dana

pokazivao zanimanje za inovacije, računala i razvio snažnu radnu etiku koja ga je izdvajala od okoline. Sa dvanaest godina, 1983. godine izradio je svoju prvu igricu koju je prodao lokalnom časopisu (Gregersen, 2021.).

Nakon dobivanja kanadske putovnice, 1988. godine s majkom, bratom i sestrom preselio se u Kanadu gdje je dvije godine pohađao Queen University u Ontariu. Nakon završetka studija, 1992. godine prebacio se na studiranje ekonomije i fizike na University of Pennsylvania gdje je po prvi put naišao na umove poput svog te se uspješno uklopio u društvo. Poslije tri godine studija 1995. godine ispravno je ocjenio tržišne prilike te nakon samo dva dana doktorata na Stanfordu, otišao je u Silicijsku dolinu te sa svojim bratom otvorio kompaniju Zip2. Kompanija je poslovala na principu stvaranja web sadržaja za časopise poput New York Timesa i Chicago Tribunea te je proširila poslovanje u vrlo kratkom roku. Nakon četiri uspješne godine prodao je kompaniju za 304 milijuna dolara Compaq Computer Corporationu tražeći nove izazove. Iste godine, kapital zarađen od prodaje Zip2 kompanije uložio je u kompaniju X.com, prvu online banku. Uspješan model privukao je pozornost velike online trgovine, eBay-a koji je 1,5 milijardi dolara kupio kompaniju danas poznatu pod nazivom PayPal. Kao najveći dioničar, od prodaje je zaradio 165 milijuna dolara (Biography, 2021.).

Motivi koji su vodili Muska kroz sljedeću fazu poslovnog života bili su: ekološki održivo poslovanje i vjerovanje da jedini način opstanka čovječanstva je život na većem broju planeta. Drugi motiv ga je naveo na osnivanje kompanije SpaceX 2002. godine. Smatrao je da postoji mogućnost proizvodnje raketa do deset puta jeftinijih od NASA-ih te uložio 100 milijuna dolara vlastitog novca. Prvu raketu pod nazivom *Falcon 1* kompanija je proizvela 2006. godine, a dvije godine poslije uspješno je sklopljen ugovor sa svemirskom agencijom NASA-om za transport materijala u međunarodnu svemirsku postaju. Nakon četiri godine razvoja, 2012. godine kompanija je po prvi put uspješno lansirala raketu *Falcon 9* u atmosferu označavajući prekretnicu, gdje jedna privatna kompanija uspješno vrši opskrbu međunarodne svemirske postaje. Do danas SpaceX odradila je nekoliko desetaka uspješnih letenja u orbitu vezane za logistiku i lansiranje satelita, a od 2020. godine uspješno vrše transport astronauta (Gregersen, 2021.).

Obnovljivi izvori energije oduvijek su privlačili interes Elona Muska. Tako je 2004. godine postao jedan od najvažnijih investitora u kompaniju Tesla Motors. Ideja osnivača kompanije bila je napraviti električni sportski automobil. Za vrijeme financijske krize 2008. godine Musk je osobno financirao opstanak kompanije te nakon internog dogovora postaje CEO Tesle.

Uključio se u izradu prototipa za *Model S* te utjecao na izradu novih modela kompanije. Nakon izlaska na burzu 2010. godine, postaje najveći pojedinačni dioničar kompanije. U razdoblju nakon izlaska na burzu, Musk je postao sinonim njenog djelovanja i mijenjanja tržišta automobila.

3.3.2. Utjecaj kompanije Tesla na industriju

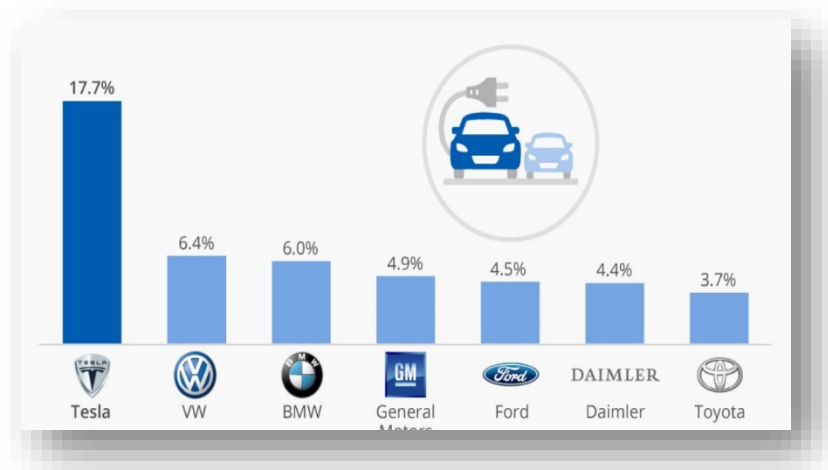
Od početka 18. stoljeća i Ekonomske revolucije povijest je pokazala da se ekonomski napredak zasniva na inovacijama. Europske zemlje zajedno sa SAD-om i Kanadom podržavali su implementaciju novih rješenja postojećih procesa, a radi značajnog napretka Azijskih zemalja (Indija, Kina itd.) i one su uvrštene u predvodnike promjena na globalnoj razini. U današnjem svijetu znatno su povećane stope i intenzitet razvoja novih proizvoda. Znanstveni čimbenici često imaju odlučujuću ulogu u aktivnostima poduzeća u suvremenom svijetu. Znanstveno-tehnološki napredak ključni je pokretač rasta poduzeća, a omogućuje i zadovoljavanje promjenjivih zahtjeva tržišta i smanjenje troškova proizvodnih resursa. Znanstveni i tehnološki trendovi utječu na poslovanje na mnogim razinama. Kada je zaposlenik učinkovit on (ili ona) je produktivan. Osim toga, kako poduzeće češće kontaktira sa svojim sadašnjim i potencijalnim kupcima, veća je vjerojatnost da će izgraditi snažnu bazu lojalnosti kupaca (Flehantova, 2020.).

Kompanija Tesla Motors nije izumila automobil na električni pogon. Koncept je nastao 1832. godine, a izumio ga je Robert Anderson. Prilikom širenja proizvodnje automobila u 20. stoljeću takav način prijevoza nije integriran, najviše zbog nedovoljne istraženosti baterija i nedostatka infrastrukture. Sredinom 1970-ih švedska kompanija Sebring počela je proizvoditi električne automobile, ali nakon 15 godina poslovanja prestali su proizvoditi zbog već navedenih nedostataka. Napredak na polju litij-ionske baterije pred kraj 20. stoljeća omogućio je razvoj ideje o održivoj proizvodnji novog tipa vozila (Barišić, 2017.).

Ideja osnivača Tesle prilikom osnivanja 2003. godine bila je stvoriti sportski električni automobil, a tri godine poslije investitor Elon Musk aktivno se priključio razvoju sportskog modela *Roadster*. Iste godine sastavio je plan razvoja kompanije za idućih deset godina, nazvavši ga *Master Plan*. Cilj plana bio je iskoristiti postojeći kapital za izgradnju sportskog automobila, a sredstva dobivena njegovom prodajom ulagati pretežno u istraživanje novih tehnologija, stvarajući modele koji će biti pristupačniji prosječnom kupcu. Upravo ulaganja u razvoj novih tehnologija doveli su do stvaranja prednosti u odnosu na etablirane svjetske kompanije. Sukladno tome, partnerstvo sa Panasonicom rezultiralo je 2016. godine

inoviranjem najkvalitetnije „2170“ baterije na svijetu koja je uz to bila i jeftinija od konkurentskih. Nakon spomenutog otkrića kompanija je nastavila sa snažnim ulaganjima, a 2020. godine dolaze do otkrića „4680“ baterije koja je postala temelj za njihove buduće proizvode u različitim industrijama. (Miller, 2021.).

Od 2005. godine i objave *Master plan* koncepta od strane tadašnjeg vodećeg ulagača Elona Muska, Tesla glavninu financijskih prihoda ulaže u daljnji razvoj svojih proizvoda. Takav koncept je značajan zbog različitosti u odnosu na ostatak industrije. Rezultat je postao vidljiv 2015. godine kada je 17.7% ukupnih prihoda kompanije utrošeno na istraživanje i razvoj (R&D) (Slika 20). Isto tako, strategija sustavnog poboljšavanja procesa i proizvoda osigurala prednost u odnosu na konkurenciju koja još uvijek nije imala adekvatan odgovor na tehnologiju Teslinih vozila (Richter, 2016.).



Slika 20. Postotak godišnjih prihoda utrošenih na R&D, 2015. godina

Izvor: Richter, 2016.

Automobilska industrija uvelike ovisi o dobavljačima, a samo proizvodnju motora i konačnu montažu poduzima proizvođač. Kompanije obično prepuštaju (outsourcing) drugim kompanijama izradu komponenti u opsegu od preko 90%. Vertikalna integracija²⁸ rijedak je slučaj u automobilskoj industriji. Upravo kompanija Tesla je uspješan primjer implementacije takvog oblika proizvodnje unutar svog poslovanja. To uključuje proizvodnju komponenti i vlastitu infrastrukturu za punjenje. Tesla posjeduje velike tvornice pomoću kojih postiže ekonomiju razmjera, a prilikom proizvodnje najčešće koriste usluge jednog dobavljača za

²⁸ Vertikalna (okomita) integracija je mjera internalizacije poslovnih aktivnosti unutar poduzeća (EFZG, 2014.).

određenu komponentu posljedično se izlaže većoj nestabilnosti lanca opskrbe (Ahmad i Khan, 2019.).

Tesla je jedna od kompanija koje su prihvatile *Lean management* koncept. Ta metoda obuhvaća eliminaciju nepotrebnih koraka i procedura povećavajući efikasnost, stvaranje timova koji su posvećeni određenoj aktivnosti. Cilj je stvoriti fleksibilnu kompaniju sa brzom reakcijom na tržišne promjene. Japanska kompanija Toyota uspješno je implementirala metodu 1970-ih godina. Lean management važan je razlog globalne ekspanzije Toyote 1980-ih godina i povećanja tržišnog udjela na štetu američkih proizvođača. Također njegova integracija jedan je od najvažnijih razloga zašto je do pojave Tesle, upravo Toyota bila automobilska kompanija sa najvećom tržišnom kapitalizacijom na svijetu (Garces, 2018.).

Danas se inicijalna ideja *Lean management* koncepta smatra primitivnom idejom te je došlo do zaokreta prema drugim rješenjima. Tesla i u tom aspektu djeluje suprotno od ostatka industrije. Dok Toyota pojednostavljuje tehnologiju zadržavajući fleksibilnost u svojim tvornicama, Tesla implementira robotizaciju i automatizaciju procesa sa ciljem maksimizacije proizvodnje. Tesla na tvornicu gleda kao proizvod, vertikalno integrirani proizvod te je važna maksimalna kontrola procesa i lanca opskrbe. U kratkom roku visoka razina robotizacije stvara probleme prilikom proizvodnje i distribucije što je uočljivo u primjeru proizvodnje *Model 3* vozila, ali dugoročno osigurava veću efikasnost i povrat na investiciju. Također, planirana proizvodnja *Gigafactory* tvornica dvostruko je veća od konkurentskih, ubrzavajući zauzimanje tržišnog udjela (Muller, 2018.).

Ideja je proizvesti vozilo u tri dana. Prilikom korištenja visoke razine robotizacije, sustav kontinuirano napreduje na temelju zaprimljenih podataka. Zato je implementacija umjetne inteligencije važna za optimizaciju proizvodnje. Na temelju informacija, sustav se poboljšava kroz vrijeme smanjujući pogreške i neiskorišteni materijal. Kao rezultat, Teslina proizvodnja raste 25% godišnje (Babin, 2020.).

Vertikalna integracija omogućila je Tesli uspješnu primjenu EMS²⁹ modela. Primjena tog koncepta česta je pojava u proizvodnji elektroničke opreme, a Tesla je pionir njene integracije u proizvodnji automobila. U tu svrhu kompanija je sklopila ugovor sa vodećim pružateljem EMS usluga za izgradnju svoje baze podataka te ostalih povezanih jedinica informatičkog

²⁹ Electronics Manufacturing Services.

sustava. U tom procesu bilo je potrebno internalizirati veliki dio razvoja hardvera, softvera i integracije sustava (Ahmad i Khan, 2019.).

Razvoj motora sa unutarnjim izgaranjem promijenila su transport i omogućila ubrzan industrijski razvoj u posljednjih 150 godina. Povećanje broja vozila proporcionalno je povećavao broj nesreća uzrokovanih nepažnjom vozača. Čak 94% nesreća na cestama uzrokovan je ljudskom pogreškom (Macri, 2018.).

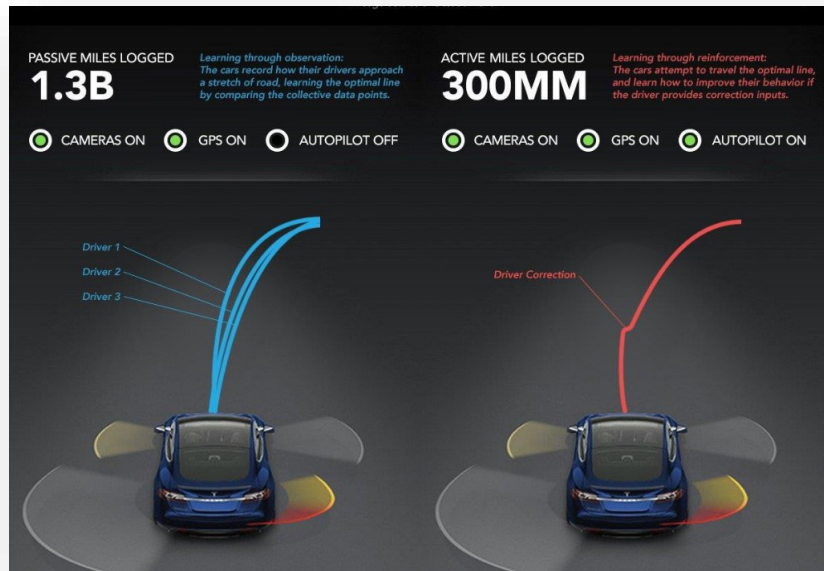
Kao riješenje problema visoke smrtnosti u nesrećama potrebna je visoka razina tehnologije u suradnji sa umjetnom inteligencijom. Do pojave kompanije Tesla Motors, to područje bilo je zanemareno od strane automobilskih kompanija.

Autonomna vozila su ona vozila koja su u mogućnosti obavljati funkcije koje imaju i standardna vozila, ali za čije upravljanje nije potrebna ljudska intervencija. Razvoj takvih vozila temelji se na kombiniranju senzora i naprednih upravljačkih sustava. Razvoj autonomnih vozila započeo je 1977. godine kada je japanska kompanija Tsakuba razvila svoje prvo vozilo, a inženjer Ernst Dickmanns smatra se pioninom automobilske robotike. Naime, on je 1980-ih godina razvio prvo vozilo koje se moglo kontrolirati pomoću računala. Nakon godina istraživanja, 1990-ih predstavlja dva nova modela koja imala brojne napredne funkcije poput promjene staze i automatskog pretjecanja drugih vozila na cesti. Početak je to komercijalnog korištenja autonomnih vozila te su velika sredstva investirana u to područje, primarno u vojnoj industriji (Valeš, 2021.).

Prilikom izgradnje informatičkog sustava, Tesla je izmjenila funkcionalnost vozila u odnosu na konkurenciju. Interni razvoj i tehnološki napredak, kompaniji je omogućio implementaciju OTA³⁰ sustava u automobile. Od predstavljanja *Model S* vozila 2012. godine, modeli Tesle imaju tu mogućnost. Svaki proizvedeni automobil imaju pristup serverima kompanije po uzoru na mobilne uređaje (Android, iOS). Teslina vozila tehnološki napredni su strojevi opremljeni radarima, kamerama, ultrasoničnim sensorima i GPS-om. Informacije dobivene od strane automobilske opreme automatski se šalju serverima kompanije, koja na temelju podataka radi poboljšanja. Na taj način svaki korisnik Tesle ima pristup istom update-u (Doll, 2021.).

³⁰ Over The Air.

Na temelju OTA sustava Tesla je u listopadu 2015. godine predstavila prvi vlastiti *Autopilot*. Sva vozila proizvedena nakon 2014. godine imaju pristup spomenutom poboljšanju. Ponašanje u vožnji svakog Teslinog automobila, tijekom navigacije kroz različite uvjete na cesti dostupno je središnjem serveru. Temeljeno na strojnom učenju i preporukama inženjera, razvijaju se nova ažuriranja i šalju u svako Teslino vozilo (Slika 21) (Ingle i Phute, 2016.).



Slika 21. Učenje Teslinog autopilota

Izvor: Ivanchenko, 2017.

Za identificiranje objekata na cesti Tesla se služi neuralnim mrežama. Za strojno učenje kompanije se služi novom „Transformer“ tehnikom koja odjednom prima podatke od svih osam kamera unutar automobila. Transformer je nova tehnika dubokog učenja koja istodobno pregledava cjelokupan set dostupnih podataka i zaključujući na temelju istih. Kompanija je napustila tehnologiju radara, kompletno se oslanjajući na strojno učenje. Pomoću Transformera uspješno su izrađeni modeli kojima je potrebna velika količina podataka, ali sa većom razinom efikasnosti. U ovom trenutku na cestama je preko milijun automobila kompanije Tesla te svaki od njih šalje podatke centralnom serveru, na temelju kojih modeli zaključuju i povećavaju autonomnost vozila. Povezanost između vozila i kompanije ključna je prednost Tesle u stvaranju vodećeg položaja na tržištu (Knight, 2021.).

Izlazak Tesle na tržište automobila promijenilo je strategiju automobilskih kompanija. Prvotno nitko nije smatrao Teslu ozbiljnom konkurencijom, da bi danas vodeće svjetske kompanije pokušavale imitirati njen poslovni model. U 2016. godini svjetske kompanije uložile su 39

milijardi dolara u razvoj umjetne inteligencije, ali mali postotak iznosa se odnosi na automobilske kompanije. Dok proizvođači automobila poput Forda, GM-a, Toyote ulažu manje od 10% svojih godišnjih prihoda u istraživanje i razvoj, Teslina strategija nalikuje na visokotehnološka poduzeća poput Google-a, Amazona i Microsofta odnosno snažno ulaganje u razvoj a profit dolazi poslije toga. Na taj način kroz svoj turbulentan razvoj Tesla je postala tehnološki napredno automobilsko poduzeće dok konkurencija to tek treba postati (Tesla, 2016.).

3.4. Budućnost kompanije Tesla

Drugi kvartal 2021. godine, za Teslu je značio osmo kvartalno razdoblje pozitivnog poslovanja u nizu. U dvanaest prethodnih mjeseci ukupni povrat na dionicu (EPS³¹) iznosio je 113%, 3.11 puta više od prosjeka tržišta. U istom razdoblju proizvodnja i distribucija narasla je 122% te bila primaran razlog rekordnih finansijskih rezultata. Usprkos globalnoj nestašici poluvodiča koja je naročito pogodila automobilsku industriju, Tesla uspijeva ispoštivati rokove i zadovoljiti sve veću potražnju. Tržište električnih vozila postaje sve konkurentnije, Volkswagen AG najprodavanije je električno vozilo u Europi za 2020. godinu. Problemi sa dobavljačima još uvijek predstavljaju problem razultirajući opozivom 285 tisuća vozila u Kini zbog problema autonomnog sustava. Kompanija planira rast proizvodnje 50% na godišnjoj razini u sljedećih nekoliko godina. Kako bi realizirali povećanje proizvodnje Tesla planira izgradnju vlastitih proizvodnih kapaciteta za razvoj baterija. Do 2022. planira se proizvodnja 100 GWh³² godišnje, a do 2030. godine 3000 GWh (Johnston, 2021.).

U drugom kvartalu, značajan broj vozila prodan je na kineskom tržištu. Zbog manje kupovne moći, Tesla je snizila cijene vozila za to tržište. To je suprotna strategija u odnosu na ostala tržišta gdje su podigli cijene vozila desetak puta u zadnjih godinu dana. Prodaja električnih vozila u Kini iznosila je polovicu globalne potražnje u 2020. godini, a McKinsey predviđa da će Kina ostati najveće tržište električnih vozila sa prodajom od 9 milijuna vozila godišnje do 2030. godine. Spomenuto tržište ostaje najvažnije za kompaniju Tesla Inc., sa 25% ukupne godišnje prodaje. Izvršni finansijski rezultati potaknuti proizvodnjom u Kini označavaju promjenu u strategiji širenja tržišnog udjela gdje tržište SAD-a više nije od primarne važnosti. Druga velika promjena događa se unutar odjela prodaje. Tesla planira redizajnirati prodajno

³¹ Earnings Per Share.

³² Čitati: gigavat sat

iskustvo, naglašavajući online iskustvo u odnosu na offline prodaju. U sklopu ove strategije umjesto skupog izložbenog prostora iznajmljivat će jeftin prostor na parkiralištima trgovačkih centara, skladištima i drugim lokacijama za probne vožnje i isporuku svojih vozila. Teslina virtualna trgovina biti će zadužena za prodaju, online savjetnici nadzirati će korisničko iskustvo kroz otključavanje testnih vožnji do naručivanja automobila. Virtualna strategija pomoći će u sljedećoj fazi ekspanzije, snižavajući fiksne troškove i poboljšavajući iskustvo prodaje (Sharma, 2021.).

3.5. SWOT analiza kompanije

3.5.1. Snage - Strengths

Sa 23% tržišnog udjela, Tesla je vodeći svjetski proizvođač električnih automobila (Catarino, 2019.).

Konkurentska prednost kompanije sastoji se od postupnog smanjenja ovisnosti o dobavljačima odnosno povećana razina „in-house“ proizvodnje. Dok ostali proizvođači automobila koriste usluge predstavnika za prodaju svojih vozila, Tesla proizvodnju i distribuciju vrši samostalno. Sljedeći korak u automobilskoj industriji je proizvodnja autonomnih vozila. Sa proizvodnjom čipova kompanija je uspjela pojačati računalnu snagu te se približila proizvodnji vozila najviše razine autonomnosti. Najveći konkurenti u tom području nemaju infrastrukturu za masovnu proizvodnju. Uz navedeno, kao jedan od premijernih proizvođača električnih vozila Tesla je izgradila poseban odnos sa svojim korisnicima.

Također, broj vlastitih punionica, njih 25 tisuća u Europi, Aziji i SAD-u čiji je broj u kontinuiranom rastu (Tesla, 2021.).

3.5.2. Slabosti - Weaknesses

Visoka zaduženost kompanije koja može prouzročiti problem solventnosti. Direktna distribucija rezultira logističkim problemima. Zbog velike automatizacije u tvornicama potreban je dugi period treninga radne snage. Nedostatnost električne infrastrukture u svijetu za masovnu proizvodnju električnih automobila. Vertikalna integracija kao slabost u vidu nedovoljnog broja dobavljača.

3.5.3. Prilike - Opportunities

Tehnološka naprednost kompanije nudi joj mogućnost dubljeg orijentiranja prema kupcu korištenjem virtualne poslovnice i OTA tehnologije. Vodeće svjetske kompanije poput Facebooka, Amazona, Googlea informacije prikupljene od svojih korisnika koriste za širenje tržišnog udjela. Državne subvencije za proizvode bazirane na obnovljivim izvorima energije. Prethodnih godina Tesla je proizvodila mali broj vozila u odnosu na konkurenciju, porastom proizvodnje proporcionalno se povećavaju narudžbe od dobavljača što dovodi do smanjenja prosječnog troška. Pariškim sporazumom o smanjenju emisija ugljikovog dioksida u atmosferi dodatno su ubrzane promjene u različitim industrijama te je potraga za alternativom. Zbog svoje inovativnosti i fleksibilnosti Tesli se nudi mogućnost profitabilnog poslovanja u većem broju industrija.

3.5.4. Prijetnje - Threats

U posljednjih deset godina Tesla susretala se sa konkurencijom kojoj je tržište električnih automobila bilo od sekundarne važnosti. Do 2030. godine većina vodećih svjetskih proizvođača prijeći će na proizvodnju automobila na električni pogon, višestruko povećavajući konkurenciju. Kao američki proizvođač Tesla mogla bi imati problema širiti se na tržištima gdje kupci preferiraju automobile domaće proizvodnje. Neplaćeni godišnji odmori i prekovremeni sati, nedostatak pauze za vrijeme radnog vremena rezultira tužbama sindikata što se može odraziti na cijenu dionica. Industrijski nedostatak dijelova baterija i čipova. Izloženost informatičkog sustava u svakom automobilu ističe važnost očuvanja njegove sigurnosti.

4. Komparativna analiza kompanija Tesla Inc. i Rimac automobili

Prema Matejak (2017.), tehnološki razvoj generator je dinamičnih promjena gotovu u svim područjima industrije. Sukladno tome sve češće se spominje tranzicija iz treće industrijske revolucije, koja traje od početka intenzivnog korištenja računalne opreme, u četvrtu industrijsku revoluciju. Promjena je potencirana povećanjem količine informacija i napretkom komunikacijskih tehnologija. Industrija 4.0 još se naziva i digitalna transformacija, a uzima u obzir sve čimbenike proizvodnih procesa te ih integrira u lanac vrijednosti. Pomoću korištenja alata za prikupljanje i analizu podataka stvaraju se informacije pomoću kojih kompanija ostvaruje prednost u odnosu na konkurenciju. Pojmovi koji se vežu sa novu industrijsku paradigmu jesu internet stvari, veliki podaci, računalni oblak, autonomna vozila i nanotehnologija.

Potencijal gospodarstva zemlje uvelike ovisi o razini tehnologije kojom ona raspolaže. Nadalje, za budućnost hrvatske industrije od iznimne je važnosti poticati inovativnost i razvoj tehnoloških rješenja u svim granama industrije. Digitalna ekonomija je u 2016. godini činila oko 18 milijardi kuna i predstavljala udio u hrvatskom BDP-u od 5%. Predviđa se rast do 2025. godine u iznosu od 80 milijardi kuna što iznosi 16% BDP-a. Smatra se da će primjenom digitalnih tehnologija biti moguća automatizacija 52% radnih mjesta u Hrvatskoj. Kompanije koje će kasniti sa primjenom novih tehnologija biti će suočene sa gubitkom od 20% ukupnih prihoda (HUP ICT, 2019.).

Automobilska industrija kroz povijest snažno se razvijala u zemljama poput Njemačke, Velike Britanije, Italije i SAD-a. Ono što je zajedničko spomenutim zemljama jest da su tehnološki napredne, velika su tržišta i ekonomski su među deset najrazvijenijih zemalja na svijetu. Imajući to na umu, razvoj automobilske kompanije na malom tržištu kao što je Republika Hrvatska nije se smatrao mogućim do pojave kompanije Rimac automobili.

Razvojem kompanije Tesla Inc.; Veliki podaci, Internet stvari i autonomija vozila sve češće se spominju kao sljedeća faza razvoja automobilske industrije. Napredak implementiran u proizvodnji automobila primjenjiv je u različitim industrijama. U ovom, završnom poglavlju rada predstavljena je usporedba hrvatskog proizvođača Rimac automobila i američke kompanije Tesla Inc. Pomoću navedene komparativne analize daje se uvid u kapacitete visoke tehnologije u Hrvatskoj u odnosu na najveće globalne proizvođače.

4.1. Rimac automobili

Kompanija Rimac automobili osnovana je 2008. godine u Svetoj Nedjelji u Republici Hrvatskoj. Sve je počelo kada je Mate Rimac za potrebe lokalnih utrka implementirao električni motor unutar svog automobila, BMW-a E30 i ostvario zapažene uspjehe. Naime, performanse konvencionalnih automobila nisu bile na razini njegovog električnog automobila što ga je potaknulo na daljnje istraživanje električnog pogon. Po uzoru na kompanije Amazon i Microsoft, u prvoj fazi razvoja sjedište kompanije nalazilo se u Rimčevoj garaži. Ideja koja se razvijala u to vrijeme bila je stvaranje najboljeg električnog automobila na svijetu.

U prvim godinama poslovanja tim od troje ljudi konstantno je radio na poboljšanju performansi budućeg automobila te se ubrzo grupa povećala na desetero mladih entuzijasta. U tom razdoblju za kompaniju se zainteresirala kompanija iz Abu Dhabija obećavajući velike investicije, ali uz uvjet preseljenja kompanije izvan Hrvatske. Unatoč teškoj financijskoj situaciji, Rimac je odbio ponudu.

Nakon tri godine razvoja, na sajmu u Frankfurtu 2011. godine, kompanija je predstavila prvi vlastiti automobil *Concept_One* (Slika 22). Radilo se o prvom potpuno električnom *hypercar*³³ automobilu. U razdoblje koje je prethodilo, Rimac je automobilom BMW e-M3 pet puta oborio FIA³⁴ svjetski rekord za najbrže ubrzavanje električnog automobila (Rimac, 2021.).



Slika 22. Concept_One

Izvor: Rimac automobili, 2021.

³³ Vozilo koje pomiče granice mogućeg, a proizvodne serije takvih automobila su ograničene. Takvi automobili visokih performansi u svakom novom izdanju sadrže najkvalitetnija tehnološka rješenja (CAS, 2021.).

³⁴ Federation Internationale de l'Automobile.

Posjetitelji su pozitivno reagirali na revolucionaran model te je kompanija dobila narudžbu za osam takvih primjeraka. *Concept_One* sadržavao je najsuvremeniju tehnologiju sa ubrzavanjem do 100 kilometara na sat za 2,5 sekundi uz 1224 konjske snage. To ga je učinilo najbržim električnim automobilom na svijetu. Kompanija je tvrdila da sa postojećom baterijom, automobil može prijeći 600 kilometara. U to vrijeme to je bilo 130% maksimalne kilometraže od konkurencije (Petranj, 2018., A).

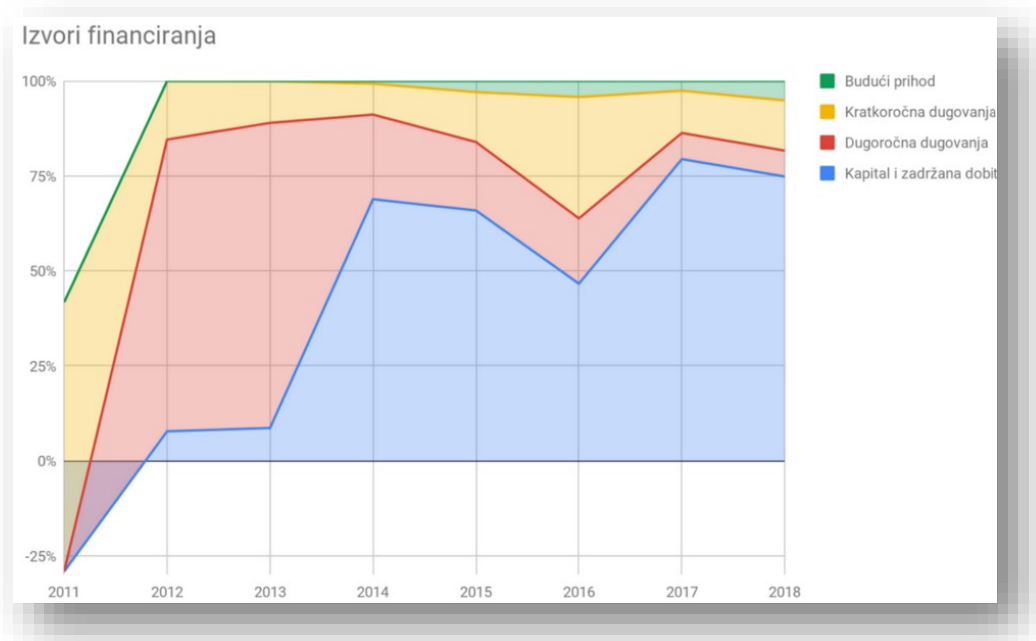
Također, predstavljanje prototipa privuklo je pozornost kompanija poput Aston Martina i Koenigegg te su počeli suradnju na tehnologiji električnog pogona. U tom periodu kompanija je krenula sa proizvodnjom električnih bicikala naziva *Greyp Bike*. Svjetska prepoznatljivost osigurana je 2013. godine kada je kompanija izradila prvo vozilo za inozemnog proizvođača. Iste godine broj zaposlenih porastao je na 20 zaposlenika te je kompanija pokrenula tajni projekt izrade autonomnog vozila. Smatrali su da je to neistraženo područje od velikog potencijala te da je konvencionalno vozilo preko 90% vremena neiskorišteno (HAMAG, 2021.).

Nedostatak razvijenog tržišta rizičnog kapitala u Hrvatskoj negativno je utjecao na brzinu razvoja kompanije (Slika 23). Za razliku od inozemnih konkurenata kompanija je morala bilježiti pozitivne financijske rezultate u prvim godinama razvoja u suprotnom nije mogla računati na financiranje od strane tržišta. To se negativno odrazilo na brzinu razvoja naprednog prototipa za *Concept_One*. Kompanija je uz razvoj modela surađivala sa brojnim kompanijama te postala prepoznatljiva sa svojim inovativnim pristupom. Za izradu modela proizvodnog modela *Concept_One* bilo je potrebno 40 milijuna kuna kapitala te je zbog problema financiranja, prvo vozilo prodano tek 2016. godine. Iste godine predstavljen je *Concept_S*, napredna verzija prethodnog modela namjenjena većoj razini proizvodnje (Klarić, 2019.).

Do 2017. godine kompanija Rimac automobili proizvela je osam *Concept_One* vozila te je od 2014. godine zaposleno 200 novih radnika. Uz navedeno, odlučeno je strateško širenje na tržište Kine sa ciljem postajanja najvećeg distributera električnih komponenti na tržištu. Kineska kompanija Camel otkupila je 19% dionica kompanije za 30 milijuna eura te postala partner na tom tržištu. Do kraja godine kompanije je brojala 300 radnika (Petranj, 2018., A).

Njemačka automobilska kompanija Porsche otkupila je dodatnih 10% dionica 2018. godine te počela direktno surađivati na budućim proizvodima. Iste godine predstavljen je *Concept_Two* vozilo na sajmu u Ženevi, unapređujući prethodne modele te je postao za razliku od prethodnih modela odmah bio spreman za proizvodnju. Novi model imao je 1914 konjskih snaga, a za

postizanje brzine od 100 kilometara na sat bilo mu je potrebno 1.85 sekundi. Otvorena su dva nova istraživačka centra, te je na kraju godine kompanija brojila 400 zaposlenih (Petrazy, 2018., B).



Slika 23. Financiranje Rimac automobila, razdoblje 2011.-2018.

Izvor: Klarić, 2019.

U razdoblju do danas kompanija je surađivala sa automobilskom kompanijom Seat na razvoju novih modela šireći partnerstvo sa Volkswagen grupom. Isto tako, Porsche je proširio svoj udio 2019. godine čime Mate Rimac nije više bio većinski vlasnik. Nakon proširenja kapaciteta broj radnika povišen je na 600 sa tendencijom dodatnog porasta u budućem razdoblju. Za *Concept_Two* kompanija je odredila da će biti prvi model koji će biti proizveden u većem broju. Početak globalne pandemije 2020. godine usporio je isporuku vozila serije *Concept_Two* te je distribucija odgođena za 2021. godinu. Usprkos problemima, kapital akumuliran u prethodnom razdoblju investiran je izgradnju novih kapaciteta te cilja proizvodnje od 160 vozila godišnje. *Concept_Two* je 2021. godine na sajmu u Ženevi dobio komercionalan naziv *Nevera* te postao prvi automobil serijske proizvodnje kompanije (Rimac, 2021.).

4.2. Komparativna analiza proizvodnog sustava

Kompanija Tesla Inc., uz automobile proizvodi čitav niz proizvoda iz industrije obnovljivih izvora energije. Isto tako, Rimac automobili su kompanija koja nije u istom stadiju razvoja kao

poduzeće Tesla Inc. Premda proizvodnja samo modela *Roadster* višestruko nadmašuje ukupan broj proizvedenih automobila kompanije Rimac automobili, taj model je najbliži *Concept_One* vozilu kada se razmatra vrsta automobila.

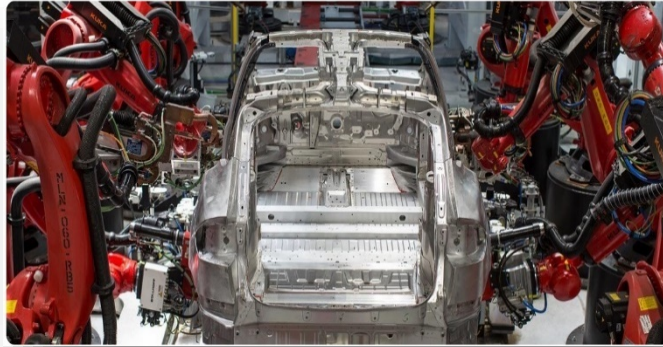
Rimac automobili natječu se u djelu tržišta *hypercar* vozila. To su vozila visokih performansi koja se proizvode u malom broju primjeraka. Do predstavljanja *Concept_One* vozila većina vozila iz tog djela tržišta su bila ekološki izrazito štetna te je Hrvatska kompanija bila je pravo osvježenje i pogled u budućnost. Kompanije su u istom vremenskom periodu predstavile prototipe svojih vozila. Tesla je to učinila 2006. godine, a Rimac 2011. godine. Obje kompanije osnovane su tri godine prije toga.

Kada se gleda produktivnost po zaposleniku za to vrijeme, Rimac je puno produktivnija kompanija. Dok je na izradi prototipa za model *Roadster* radilo preko 300 zaposlenika, na *Concept_One* vozilu radilo je maksimalno 20 zaposlenika. Ipak, Tesli je bilo potrebno dvije godine za distribuciju prvog vozila serijske proizvodnje dok je Rimcu za prodaju prvog vozila bilo potrebno pet godina. Do 2017. godine Rimac automobili prodali su manje od 20 vozila dok je u istoj godini Tesla krenula u masovnu proizvodnju.

Kompanija Rimac automobili je prvo vozilo namijenjeno serijskoj proizvodnji predstavila 2021. godine, u 12. godini poslovanja. Prednost Tesle u odnosu na Rimac bila je tvornica kupljena od strane Toyote 2009. godine te kontinuirano učenje na greškama prilikom proizvodnje većih serija modela *Roadster*. Na taj način kompanija je u ranijem stadiju poslovanja konstantno unaprijeđivala postojeći vertikalno integrirani model proizvodnje. Za razliku od Tesle, Rimac automobili su tek 2020. godine otvorili prvu tvornicu u Velikom Trgovišću.

Obje kompanije su iz sličnih razloga izabrale vertikalnu integraciju kao preferirani model razvoja proizvodnje. Tesla je postojeći model integrirala sa ciljem strateške prednosti u vidu veće kvalitete i kontrole procesa, a Rimac je zbog financijskih razloga bio primoran samostalno proizvoditi komponente automobila te imaju kompetencije u svim fazama razvoja vozila, za razliku od tradicionalnih kompanija koje u svojim tvornicama rade testiranja, proizvodnju motora te završno sklapanje vozila.

Unatoč visokoj razini tehnologije, Rimac automobili u većem dijelu se oslanjaju na ljudsku radnu snagu u proizvodnom ciklusu (Slika 25). Suprotno, Tesla je među prvim kompanijama na svijetu koje se oslanjaju na robotizaciju procesa u svim fazama proizvodnje. Na taj način se maksimizira kontrola procesa te je moguća brza reakcija na probleme u proizvodnji (Slika 24).



Slika 24. Proizvodnja u tvornici Tesla Inc.

Izvor: Nambiar 2021.

Izgradnja tvornice po uzoru na Gigafactory kompanije Tesla Inc., smanjila bi prosječni trošak proizvodnje Rimac automobila te bi omogućila širenje tržišnog udjela u ciljanom segmentu. Najskuplja komponenta električnog automobila je baterija, a primjer cjenovne razlike između kompanija su *Nevera* i *Roadster 2.0*. Premda je *Nevera* brža od *Roadstera*, on je 20 puta jeftiniji. Izgradnjom nove tvornice 2023. godine Rimcu se otvara mogućnost snižavanja prosječne cijene te masovnu proizvodnju.



Slika 25. Proizvodnja u tvornici Rimac automobili

Izvor: Rimac automobili, 2021.

4.3. Komparativna analiza tehnološkog procesa

Predviđa se da će Tesla u 2021. godini na istraživanje i razvoj (R&D) utrošiti 2.984 milijarde dolara, što je tri puta više od najbliže konkurencije (Johnston, 2021.).

Isto tako, povećanje je to u odnosu na 2020. godinu više od dva puta. Treba imati na umu da su Rimac automobili još uvijek u ranom stadiju razvoja te njihovi prihodi nisu premašili 30 milijuna dolara. Većina projekata Rimac automobila još uvijek je sa dugim rokom moguće naplate dok Tesla ima pozitivno poslovanje zadnjih osam kvartala. Također hrvatska kompanija aktivno ulaže u razvoj tehnologije i proizvoda što se učituje velikim ulaganjima 2019. godine u iznosu od 413,5 milijuna kuna i negativnim novčanim tokom od 67,8 milijuna kuna (Korda, 2020.).

Tehnološki proces promatranih kompanija treba sagledavati kroz kvalitetu karoserije (okvir) automobila, razvoja baterije te razine autonomnosti vozila. Spomenuti segmenti važan su dio konkurentnosti kompanija na globalnom automobilskom tržištu.

Kod izrade okvira vozila Rimac koristi aerodinamične materijale kako bi se smanjilo trenje zraka. Radi snižavanja koeficijenta povlačenja³⁵ koriste se pomična krilca i udubljenja koja se korigiraju prema odabiru stila vožnje. To je jedan od razloga postupnog snižavanja koeficijenta koji za *Neveru* iznosi 0.28 što je manje od Audiya R8 V10 te se jako približila vrijednostima Toyote Prius iz 2018. godine (0.24) (Petrany, 2018., B). *Nevera* je prikazana na slici 26.

Prilikom proizvodnje vanjskog dijela vozila Rimac koristi materijale od karbona dok sa stražnje strane se nalazi isto tako karbonski podokvir. Prednji dio vozila izrađen je od karbonskih vlakana uz dodatak aluminijske. Krov je čisto karbonsko vlakno. Posebno se obraća pozornost na elektroničke amortizere radi zadržavanja brzine na neravnim terenima. Zbog izvanredne kombinacije karbona i aluminijske, *Nevera* je proglašena najsigurnijim automobilom na svijetu (Petrany, 2019.).

Za razliku od Rimca koji u svoja vozila stavlja materijale bogate karbonskim vlaknima, Tesla koristi aluminij i čelik u proizvodnji automobila. U izgradnji okvira za *Model 3* kompanija je učila na prednostima i nedostacima prethodnih modela. Distribucija težine Teslinih automobila iznose 50:50 ili 48:52 što je isto kao i za *Concept_One* i *Concept_Two*. Također, zbog stabilnosti automobila motor i glavne komponente nalaze se u središtu vozila. Tesla je

³⁵ Sila kojom zrak djeluje na objekt. Najčešći faktori utjecaja su vrsta i oblik materijala (Wikicell, 2021.).

kroz godine snižavala težinu svojih modela te danas iznose između 1600 i 1850 kilograma, što je između 150 i 300 kilograma manje od Rimčevih modela (AIP, 2019.).



Slika 26. Concept_Two(Nevera)

Izvor: Petrany, 2019.

Kod proizvodnje baterija za automobile velika je razlika u pristupu suprostavljениh kompanija. Rimac za pogon svojih vozila koristi četiri različita motora koja su ugrađena na osovine vozila te svaki upravlja jednim kotačem. Uz korištenje aluminija i karbona težina je savršeno rasprostranjena, ali zbog većeg broja motora automobili su teži od konkurencije. Motorom upravlja R-AWTV³⁶ sustav koji izračunava raspodjelu optimalnog okretnog momenta u svakom trenutku vožnje. Također, sustav služi kao kontrola proklizavanja te je dodatak stabilnosti vozila. Za sve procjene koriste se složeni matematički modeli uz algoritme upravljanja. Za razliku od Rimčevih modela koji koriste četiri sinkrona motora, Teslina vozila koriste jedan asinkroni motor što smanjuje korisnost ali isto tako smanjuje i težinu automobila. Kroz godine razvoja, Tesla je uspjela razviti kvalitetnije baterije te na istom principu snižavati vrijeme potrebno za postizanje brzine od 100 kilometara na sat te je danas Roadsteru potrebno manje od dvije sekunde (Barišić, 2017.).

Skladištenje baterija i distribucija otpada predstavlja veliki izazov automobilske industrije u budućem razdoblju. Obje kompanije nude rješenja u vidu reciklaže korištenih baterija te njihovu ponovnu upotrebu u drugim djelatnostima. Rimac automobili 98% svojih resursa troše

³⁶ Rimac All Wheel Torque Vectoring.

na razvoj sljedeće generacije baterija. Postojeći BMS³⁷ sustav održava optimalnu temperaturu baterije osiguravajući maksimalnu iskoristivost. Uz navedeno sustav koristi *wireless* tehnologiju te korisnik u svakom trenutku ima potrebnu informaciju. Rimac automobili služi se tehnologijom kojom je u stanju reciklirati 90% stanica baterije koje se nakon toga mogu koristiti u drugim industrijama (Flaherty, 2020.).

4.4. Komparativna analiza ciljeva proizvodnje

Predstavljanjem modela *Nevera* Rimac automobili krenuli su u serijsku proizvodnju. Cilj je u idućem periodu proizvoditi 5 automobila mjesečno. Do kraja 2021. godine ciljana proizvodnja iznosi 160 vozila što višestruko nadmašuje sadašnje proizvodne kapacitete. Kako bi dostigla navedeni cilj pokrenut je veliki projekt izgradnje kampusa vrijednog 200 milijuna eura, a nakon izgradnje zapošljavat će 2500 radnika (Rimac, 2021.).

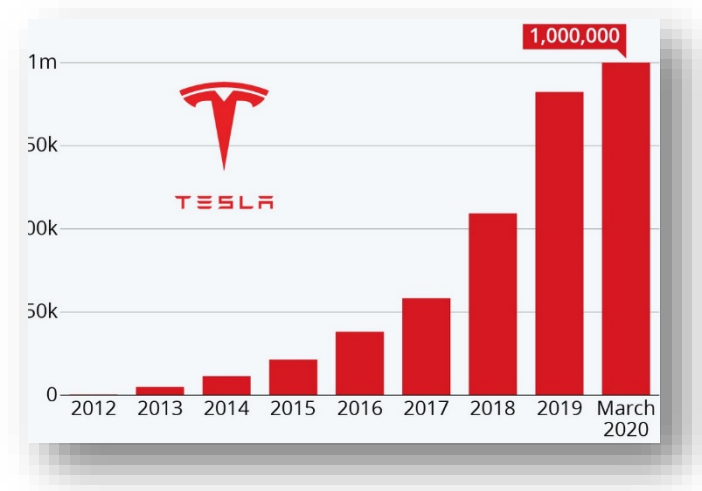
Suradnja sa kineskom kompanijom Camel prvi je korak prema cilju postajanja najvećeg dobavljača pogonskih sustava, baterija i elektronike za druge proizvođače. Rimac automobili proizvode više električne energije po kilogramu mase od Tesle, Chevroleta i Hyundai-a. Masovna proizvodnja električnih sustava i serijska proizvodnja automobila strateški je cilj Rimac Automobila u srednjem roku. Isto tako, planirani su prihodi u iznosu od milijardu eura do 2030. godine. Planiranom razinom proizvodnje stabilizirala bi se financijska situacija kompanije i osigurala samodostatnost.

Tesla planira do 2030. prodavati 20 milijuna vozila godišnje što je 40 puta više nego 2020. godine. U ožujku 2020. godine Tesla je prešla milijun proizvedenih i isporučenih vozila, kako je vidljivo na slici 27. U razdoblju od 2016. godine broj prodanih vozila raste 71% godišnje. Izgradnjom tvornica *Gigafactory 4* u Berlinu i *Gigafactory 5* u Texasu kompanija stvara uvjete za provedbu plana (Richter, 2021.).

Uz povećanje proizvodnih kapaciteta, Tesla planira dodatno snižavanje cijena svojeg *Model 3* vozila sa ciljem da cijena iznosi 25 tisuća dolara. U 2021. godini Tesla je iznosila 66% svih prodanih električnih vozila na svijetu, a *Model Y* najprodavanije je električno vozilo na svijetu (Ohnsman, 2021.).

³⁷ Battery Management System.

Nova „4680“ baterija koju je Tesla proizvela u suradnji sa japanskim proizvođačem, kompanijom Panasonic 5 puta je snažnija od prethodnih modela uz smanjenje troškova proizvodnje 50%. Spomenuta baterija 4 puta je veća od „2170“ baterije koju koriste današnji Teslini proizvodi. Baterija pruža mogućnost dostizanja cilja od 800 kilometara, dometa konvencionalnog automobila. Infrastruktura u zemljama zapadne Azije onemogućava prodor Tesle na to tržište. Nastavak gradnje stanica za punjenje od velike je važnosti za budući rast. (Miller, 2021.).



Slika 27. Broj prodanih vozila marke Tesla (kumulativ)

Izvor: Richter, 2021.

Uz proizvodnju automobila Tesla je aktivna na tržištu skladištenja električne energije. Predviđa se povećanje skladišnih instalacija 122 puta do 2040. godine, a za to su potrebne investicije u iznosu od 662 milijarde dolara. Do 2023. godine Tesla planira dvostruko smanjenje prosječnog troška baterija uz proizvodnju 3 TWh električne energije po godini do 2030. godine. Za spomenuti projekt potrebno je 93 milijarde dolara investicija (Wang, 2020.).

4.5. Komparativna analiza prednosti korištenja umjetne inteligencije

Od početaka serijske proizvodnje modela *Roadster*, Tesla je nastojala povećati razinu automatizacije u svojim proizvodnim jedinicama. Za primjenu automatizacije u svim dijelovima proizvodnje potrebno je korištenje metoda strojnog učenja. Kao pionir serijske proizvodnje električnih automobila većinu dijelova kompanija je morala stvarati interno. Iako je zadatak samostalne proizvodnje izazvao zastoje u isporuci vozila, Tesline tvornice generirale su informacije potrebne za optimizaciju proizvodnje.

Suprotno Rimcu, Tesla koristi visoku razinu automatizacije u procesu proizvodnje jednog automobila. Jedna Gigafactory tvornica sastoji se od 200 strojeva različite namjene. Dok globalna konkurencija koristi robote primarno za poslovne niske razine inteligencije, Teslini strojevi izrazito su komplicirani te se koriste u svim dijelovima proizvodnje sa fokusom na automatizaciju i efikasnost proizvodnje (CA, 2021.).

Primjerice, na početku proizvodnje *Model S* vozila, okvir se sastojao od 70 različitih dijelova. Korištenjem strojnog učenja i povećanjem računalne snage sustava danas je okvir zaseban dio odnosno sastoji se od jednog dijela. Ljudska radna snaga primarno se koristi za kontrolu kvalitete i premda jedna Teslina tvornica zapošljava nekoliko tisuća ljudi, roboti obavljaju većinu posla u proizvodnom procesu. Kao rezultat, za proizvodnju jednog vozila potrebno je 3-5 dana (Tesla, 2019.).

Za istraživanje autonomnosti vozila, Rimac automobili koriste ADAS³⁸ sustav podrške vozaču koji se sastoji od osam kamera. Uz navedeno, kompanija je u suradnji sa partnerima razvila vlastitu inačicu Lidar sustava koji se sastoji od 6 radara i 12 ultrasoničnih senzora. U suradnji dvaju sustava automobili nude naprednu autonomnu vožnju. Svakim satom vožnje automobil proizvodi 6 gigabajta informacija koji su rezultat više od 400 različitih senzora uz 72 procesora. Proizvedeni podaci dostupni su kompaniji u svakom trenutku te su važni za razvoj sljedećih generacija proizvoda (Petrany, 2018., B).

Tesla je počela napuštati tehnologiju radara 2018. godine uvodeći koncept neuronskih mreža. Suprotan je to pristup od Rimca te je puno zahtjevniji za informacijski sustav. Razlog tomu je što za razliku od Lidara koji prikazuje prostor u 3D obliku, algoritam mora rekonstruirati mapu dobivenu iz kamera. Kako bi maksimalno iskoristila zaprimljene podatke kompanija je krenula sa razvojem vlastitog računalnog procesora. To je razlog strateškoj promjeni smjera razvoja umjetne inteligencije odnosno proizvodnje vlastitog procesora pomoću kojeg bi povećali kapacitete potrebne za izradu modela umjetne inteligencije (Knight, 2021.).

Prema Marr (2021.), napredak sustava praćenja i računalna snage kompanije glavni su razlog prelaženja na koncept neuronskih mreža. Primjerice, ako sustav praćenja krivo izračuna kretanje biciklista ili pješaka, kamera sprema sliku događaja u bazu podataka te reproducira sliku u boji preko koje neuronska mreža uči.

³⁸ Advance Driver Assistance Systems.

Prema Smith (2021.), inženjeri kompanije Rimac automobili izradili su vlastiti autonomni sustav naziva *Driver coach*, implementiran u model Nevera. Naime, na temelju podataka prikupljenih od strane profesionalnih vozača (implementirano od strane kompanije) i vlasnika, autonomni sustav u stanju je ispravljati pogreške korisnika u vožnji. Sustav zahtjeva koncentraciju korisnika i nije dostignuta puna autonomnost vozila. Primjerice, sustav izračuna razinu stresa vozača prilikom učestalih kočenja u vožnji te pokaže pravilno izvođenje radnje.

Prema Kumari i Bhat (2021.), korporativnim učenjem Tesla je učinila pomak u shvaćanju neuralnih mreža. Prilikom generiranja informacija u vožnji sustav samostalno odlučuje koje će podatke uvrstiti u bazu podataka i biti korišteni u idućoj iteraciji. Isto tako, prilikom planiranja željene rute ako se dogodi pogreška, sustav ju automatski prepoznaje i označi. Teslini inženjeri nastoje modificirati sustav da imitira ljudski način razmišljanja. Sustavno učenje sustava diferencira Teslu od konkurencije kojoj nedostaje iskustva u treniranju setova podataka.

Prednosti Tesle u segmentu autonomije vozila svakako je broj prodanih vozila te informacije koje ta vozila stvaraju. Pomoću OTA tehnologije Tesla je u mogućnosti zaprimati velike količine podataka i pretvarati ih u informacije potrebne za poboljšanja postojećih i budućih iteracija umjetne inteligencije. Sa druge strane Rimac automobili koriste, u ovom trenutku kvalitetniju opremu ali skuplju. Dok Tesla na temelju iskustva velikog broja vozila razvija modele, Rimac u suradnji kompanijama Nissan i Volkswagen testira svoja saznanja i najavljuje početak autonomije vozila u 2024. godini.

Na primjeru kompanija Tesla Inc. i Rimac automobila jasno je da se približava doba autonomije prometa. Prednosti korištenja umjetne inteligencije za automobilsku industriju su, između ostalih, maksimalna iskoristivost utrošenih materijala, smanjenje nesreća, smanjena potrošnja dijelova u vožnji, smanjenje zagađenja prirode, povećanje proizvodnje.

5. Zaključak

Kompanija Tesla Inc., započela je strukturalne promjene u automobilskoj industriji. Od početka poslovanja svojim djelovanjem i financijskim rezultatima potaknula je ostale automobilske kompanije na promjenu poslovne strategije i okretanje prema obnovljivim izvorima energije. Razvoj Tesle idealan je primjer američkog načina financiranja infantilne industrije. Postojanje razvijenog tržišta rizičnog kapitala omogućava razvoj novih oblika poslovanja i stvaranje dodane vrijednosti. Najvrijednije svjetske kompanije danas poput Amazona, Google-a i Facebooka izrasle su vodeće kompanije u svojim industrijama zahvaljujući takvom načinu financiranja. Negativne strane svakako su učestale financijske krize u zadnjih dvadeset godina. Autonomija vozila iduća je faza razvoja automobilske industrije potaknuta, upravo velikim ulaganjima i naporima kompanije Tesla Inc. Razumijevanje umjetne inteligencije od velike je važnosti za budućnost tog segmenta. U povijesti svog poslovanja Tesla je pokazala veliku fleksibilnost i korporativno učenje pomoću kojih riješavaju zahtjevne izazove. Hrvatsko poduzeće Rimac automobili (Rimac grupa) uspješno surađuje sa vodećim svjetskim kompanijama na razvoju električnog pogona i autonomije vozila. Kompanija se nalazi u fazi prelaska na masovnu proizvodnju sustava pogona i serijsku proizvodnju automobila. Zbog malog tržišta prisiljeni su na suradnju sa konkurencijom i prodaju tehnologije. Uspjeh Rimac automobila ukazuje na perspektivu gospodarstva Republike Hrvatske i razvoj visoko – tehnoloških komponenti.

ŽIVOTOPIS

OSOBNI PODACI :

Ime i prezime: Matija Gospić

Adresa stanovanja: Skalinska 2/1

Datum rođenja: 26.07.1996.

ŠKOLOVANJE :

2011. – 2015. – Gornjogradska gimnazija u Zagrebu

2016. – danas – Ekonomski fakultet u Zagrebu

RADNO ISKUSTVO :

2015. – 2016. – Pizzeria Omnom (vlastiti posao, vođenje poslovanja)

2021. – danas – Ericsson Nikola Tesla (programer)

ZNANJA I VJEŠTINE :

Položeni tečajevi za Python, PHP, Javascript, MySQL u sveučilišnom računalnom centru.
Svakodnevan rad u programskim jezicima Erlang i Java.

Rad na računalu (MS Office, Internet...)

Jezici : Engleski (aktivno služenje), Španjolski (B2), Kineski(A2).

LITERATURA

1. Acemoglu, D. i Restrepo, P. (2019.), Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor, *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3-30.
[Acemoglu Restrepo link](#)
2. Ahmad, S., Khan, A. (2019.), Tesla: Disruptor or Sustaining Innovator, *Journal of Case Research*, X(1), 12-24. <https://xim.edu.in/jcr/cases/Case02-June2019.pdf>
3. AIP (2019.), Tesla Model 3 Teardown: Chassis, and Body, preuzeto 13. studenog 2021. s https://www.marklines.com/en/report/rep1863_201905
4. Babin, E. (2020.), Elon Musk Capitalizes on Lean Six Sigma to Grow Tesla, preuzeto 10. listopada 2021. s <https://connect.sla.org/blogs/erick-babin/2020/04/01/elon-musk-capitalizes-on-lean-six-sigma-to-grow-te>
5. Balaž, Z. i Meštrović, K. (2014.), Učenje i poučavanje iz umjetne inteligencije, *Polytechnic and design*, 2(1), 9-14. <https://hrcak.srce.hr/194765>
6. Barišić, V. (2017.), PRIMJENA ELEKTRIČNOG POGONA U PROMETU OSOBNIH VOZILA, diplomski rad, FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA, Osijek.
7. Bennett, J. i Remnant, P. (1996.), *New Essays on Human Understanding*, Cambridge: Cambridge University Press
8. Bentley Historical Library (2014.), *Automotive History* [e-publikacija], preuzeto s https://bentley.umich.edu/wp-content/uploads/2014/09/Automotive_History_Subject_Guide.pdf
9. Biography (2021.), Elon Musk, preuzeto 20. kolovoza 2021. s <https://www.biography.com/business-figure/elon-musk>
10. Britannica (2021., A), Heliocentrism, preuzeto 23. kolovoza 2021. s <https://www.britannica.com/science/heliocentrism>
11. Britannica (2021., B), Alan Turing, preuzeto 22. kolovoza 2021. s <https://www.britannica.com/biography/Alan-Turing>
12. Britannica (2021., C), Data Mining, preuzeto 21. kolovoza 2021. s <https://www.britannica.com/technology/data-mining>

13. Britannica (2021., D), Automotive industry, preuzeto 20. kolovoza 2021. s <https://www.britannica.com/technology/automotive-industry>
14. Brock, D. C. i Moore, E. G. (2006.), *Four Decades of Innovation*, Philadelphia: Chemical Heritage Foundation
15. Brown, P. (2008.), The Mechanisation of Art, u: Husbands, P., Holland, O., Wheeler, M. (ur.), *The Mechanical Mind in History* (str. 1-18.), Cambridge: MIT Press
16. Brynjolfsson, E., Rock, D. i Syverson, C., (2017.), *ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MODERN PRODUCTIVITY PARADOX: A CLASH OF EXPECTATIONS AND STATISTICS* (NBER working paper series br. 24001), preuzeto s https://www.nber.org/system/files/working_papers/w24001/w24001.pdf
17. Bullis, K. (2012.), Tesla Blames New Delays on Production Difficulties, preuzeto 28. kolovoza 2021. s <https://www.technologyreview.com/2012/09/25/115156/tesla-blames-new-delays-on-production-difficulties/>
18. CA (2021.), Inside Tesla's Crazy AI Manufacturing Revolution, preuzeto 21. siječnja 2022. s <https://streetfins.com/inside-teslas-crazy-ai-manufacturing-revolution/>
19. Callery, S. (n.d.), How climate is changing, preuzeto 1. listopada 2021. s <https://climate.nasa.gov/effects/>
20. CAS (2019.), Supercar vs Hypercar, preuzeto 12. listopada 2021. s <https://www.continentalautosports.com/ferrari-information/supercar-vs-hypercar/>
21. Catarino, J. (2019.), *Tesla Inc; An Equity Valuation*, doktorski rad, Universidade Catolica Portuguesa, Lisabon.
22. Cockburn, I. M., Henderson, R. i Stern, S., (2019.), *THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON INNOVATION* (NBER working paper series br. 24449), preuzeto s https://www.nber.org/system/files/working_papers/w24449/w24449.pdf
23. Debug (2021.), Autonomni roboti, preuzeto 21. rujna 2021. s <https://www.debug.hr/#novosti>
24. Dimitrov, R. S. (2016.), The Paris Agreement on Climate on Climate Change: Behind Closed Doors, *Global Environmental Politics*, 16(3), 1-11.

25. Doll, S. (2021.), Over-the-air updates: How does each EV automaker compare?, preuzeto 13. studenog 2021. s <https://electrek.co/2021/10/01/over-the-air-updates-how-does-each-ev-automaker-compare/>
26. Edmunds (2021.), Tesla Model S Review, preuzeto 26. rujna 2021. s <https://www.edmunds.com/tesla/model-s/2012/review/>
27. EFZG (2014.), Strateške opcije: razvojne strategije, preuzeto 3. listopada 2021. s <https://www.efzg.unizg.hr/UserDocsImages/OIM/dhruska/2014-8-%20Strate%C5%A1ke%20opcije%20-%20razvojne%20strategije.pdf>
28. Estebon, M. D. (1997.), *Perceptrons: An Associative Learning Network* [e-publikacija], preuzeto s <http://134.208.26.59/math/AI/Perceptrons.Estebon.pdf>
29. Flaherty, N. (2019.), Battery management deal for Croatian electric hypercar, preuzeto 15. studenog 2021. s https://www.eenewspower.com/news/battery-management-deal-croatian-electric-hypercar?news_id=123692
30. Flehantova, L. A. (2020.), INNOVATION AS THE MAIN DRIVER FOR THE FUTURE ECONOMIC GROWTH OF THE COMPANY (ON TESLA, INC. EXAMPLE), u: Diesener, M., Pawlik A. (ur.), *Proceedings of the Conference INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, ECONOMY AND HUMAN-CENTRISM: THE MODERN FOUNDATION FOR HUMAN DEVELOPMENT* (str. 89-92.), Leipzig: Leipzig University.
31. Flynn, M. i Belzowski, B. (1996.), *The 21st century supply chain: the changing roles, responsibilities and relationships in the automotive industry* [e-publikacija], preuzeto s [Flynn Belzowski link](#)
32. Garces, F.,P. (2018.), *Tesla Motors and Lean Manufacturing*, doktorski rad, Universidad de les Illes Balears, Illes Balears.
33. Gasser, J. (2000.), *A Boole Anthology: Recent and Classical Studies in the Logic of George Boole*, Berlin: Springer
34. Gerami M. (2010.), Analysis of patent numbers in OECD countries, u: Mahadevan, V., Jianhong, Z. (ur.), *Proceedings 2010 The 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE 2010)* (str. 402-405.), Singapur: IEEE.
35. Geron A. (2019.), *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 2nd Edition*, Sebastopol: O'Reilly Media

36. Gill, P. (2020.), 12 Artificial Intelligence Milestones: 2. Ramon Llull And His ‘Thinking Machine’, preuzeto 5. rujna s <https://www.forbes.com/sites/gilpress/>
37. Goodnight, T. (2010.), *Rhetoric, Risk, and Markets: The Dot-Com Bubble* [e-publikacija], preuzeto s <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00335631003796669>
38. Grabara K. J. (2019.), Health and Safety Management in the Aspects of Singularity and Human Factor, *MATEC Web of Conferences*, 290, 1-5.
https://www.researchgate.net/publication/335296784_Health_and_Safety_Management_in_the_Aspects_of_Singularity_and_Human_Factor
39. Gregersen, E. (2021.), Elon Musk, preuzeto 3. rujna 2021. s <https://www.britannica.com/biography/Elon-Musk>
40. HAMAG (2021.), Rimac Automobili – izazvat ćemo revoluciju našim novim projektom, preuzeto 12. studenog 2021. s <https://hamagbicro.hr/rimac-automobili-izazvat-cemo-revoluciju-nasim-novim-projektom/>
41. Haugh, D., Mourougana, A. i Chatal, O. (2010.), The Automobile Industry in and Beyond the Crisis (OECD Economics Department Working Papers br. 745), preuzeto s <http://dx.doi.org/10.1787/5kmmp8wg6cmq-en>
42. Hertzke, P., Muller, N., Schenk, S. (2017.), China’s electric-vehicle market plugs in, preuzeto 1. listopada 2021., s <https://www.proquest.com/openview/87c474274e868c7ea23e197a6fed1c23/1?pq-origsite=gscholar&cbl=30375>
43. HM Treasury (2011.), *HM Treasury Annual Report and Accounts: 2011 to 2012* [e-publikacija], preuzeto s <https://www.gov.uk/government/publications/hm-treasury-annual-report-and-accounts-2011-to-2012>
44. Holler, J., Tsiatsis, V., Mulligan, C., Karnouskos, S., Avesand, S. i Boyle, D. (2014.), *From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence*, Amsterdam: Academic Press
45. Hrvatska enciklopedija (2021., A), Indukcija, preuzeto 20. kolovoza 2021. s <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=27347>

46. Hrvatska enciklopedija (2021., B), Umjetna inteligencija, preuzeto 21. kolovoza 2021. s <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=63150>
47. Hrvatska enciklopedija (2021., C), Dekadski brojevni sustav, preuzeto 21. kolovoza 2021. s <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=14267>
48. Hrvatska enciklopedija (2021., D), Binarni brojevni sustav, preuzeto 25. kolovoza 2021. s <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=7696>
49. Hrvatska enciklopedija (2021, E), Teorija vjerojatnosti, preuzeto 25. kolovoza 2021. s <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=60893>
50. Hrvatska enciklopedija (2021., F), Aksiom, preuzeto 26. kolovoza 2021. s <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=1183>
51. Hrvatska enciklopedija (2021., G), Ekspertni sustavi, preuzeto 1. rujna 2021. s <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=17426>
52. Hrvatska enciklopedija (2021., H), Digitalizacija, preuzeto 30. kolovoza 2021. s <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=68025>
53. Hrvatska enciklopedija (2021., I), Ekonomija razmjera, preuzeto 2. rujna 2021. s <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=17346>
54. Hrvatska enciklopedija (2021., J), Globalizacija, preuzeto 27. kolovoza 2021. s <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=22329>
55. Hrvatska enciklopedija (2021., K), Silicijska dolina, preuzeto 11. rujna 2021. s <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=55956>
56. HUP ICT (2019.), Potencijal umjetne inteligencije za Hrvatsku, preuzeto 25. studenog 2021. s <https://www.hup.hr/EasyEdit/UserFiles/Ivana%20Zlatari%C4%87/hup-ict-de-ai-potencijal-umjetne-inteligencije-za-hrvatsku.pdf>
57. Ingle, S., Phute, M. (2016.), Tesla Autopilot : Semi Autonomous Driving, an Uptick for Future Autonomy, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 3(9), 369-372.
58. Ivanchenko, N. (2017.), *Tesla, Inc.: The Automotive Business Analysis*, doktorski rad, Brandeis University, Boston.

59. Jeitschko, T. (2021.), Why Amazon's '1-Click' Ordering Was a Game Changer, preuzeto 21. siječnja 2022. <https://knowledge.wharton.upenn.edu/article/amazons-1-click-goes-off-patent/>
60. Johnston, M. (2021.), Tesla Q2 2021 Earnings Report Recap, preuzeto 4. studenog 2021. s <https://www.investopedia.com/tesla-q2-fy2021-earnings-report-recap-5194181>
61. Klarić, I. (2019.), Jesu li Rimac Automobili hrvatski Tesla Motors?, preuzeto 23. rujna 2021. s <https://medium.com/@ivanklaric/jesu-li-rimac-automobili-hrvatski-tesla-motors-3a2a743871eb>
62. Knight, W.(2021.), Why Tesla Is Designing Chips to Train Its Self-Driving Tech, preuzeto 14. studenog 2021. s <https://www.wired.com/story/why-tesla-designing-chips-train-self-driving-tech/>
63. Koetsier, T. (2016.), The art of Ramon Lull (1232 - 1350): From theology to mathematics, *Studies in logic, grammar and rhetoric*, 44(57), 55-80.
https://www.researchgate.net/publication/302201666_The_Art_of_Ramon_Llull_1232-1350_From_Theology_to_Mathematics
64. Korda, Z. (2020.), Seciramo poslovanje Mate Rimca: Uze strelovit rast prihoda i prvu dobit, jasnije je i pod kojim uvjetima surađuje s velikim igračima, preuzeto 6. studenog 2021. s [Korda link](#)
65. Krupljanin, M. (2021.), *INOVACIJE U PODUZETNIŠTVU NA PRIMJERU TVRTKE TESLA INC.*, diplomski rad, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac.
66. Kumari, D. i Bhat, S. (2021.), Application of Artificial Intelligence in Tesla- A Case Study, *International Journal of Applied Engineering and Management*, 5(2), 205-218.
<https://zenodo.org/record/5775457#.YeqGn98o82w>
67. Leavy, S., O'Sullivan, B. i Siapera, E. (2020.), *Data, Power and Bias in Artificial Intelligence* [e-publikacija], preuzeto s <https://arxiv.org/pdf/2008.07341.pdf>
68. Li, S., Tryfonas, T. i Li, H. (2016.), The Internet of Things: a security point of view, *Internet Research*, 26(2), 337-359.
https://www.researchgate.net/publication/299421725_The_Internet_of_Things_a_security_point_of_view

69. Lobo, A. (2020.), Why Tesla's success is important for the automotive sector, preuzeto s <https://www.linkedin.com/pulse/why-teslas-success-important-automotive-sector-ashley-lobo/>
70. Macri, P. K. (2018.), Case study: How Tesla changed the auto industry, preuzeto 17. listopada 2021. s <https://www.supplychaindive.com/news/case-study-how-tesla-changed-the-auto-industry/517251/>
71. macrotrends.net (2021.), Tesla – Stock Price History | TSLA, preuzeto 24. rujna 2021. s <https://www.macrotrrends.net/stocks/charts/TSLA/tesla/stock-price-history>
72. Makridakis, S. (2017.), *The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms* [e-publikacija], preuzeto s <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016328717300046?via%3Dihub>
73. Marr, B. (2021.), How Tesla Is Using Artificial Intelligence to Create The Autonomous Cars Of The Future, preuzeto 20. siječnja 2022. s <https://bernardmarr.com/how-tesla-is-using-artificial-intelligence-to-create-the-autonomous-cars-of-the-future/>
74. Marcus, G. (2018.), *Deep Learning: A Critical Appraisal* [e-publikacija], preuzeto s <https://arxiv.org/abs/1801.00631>
75. Matejak, N. (2017.), *INDUSTRIJA 4.0 – SADAŠNJOST ILI BUDUĆNOST U HRVATSKOJ*, diplomski rad, Sveučilište Sjever, Varaždin.
76. McCain, C. (2019.), *A Strategic Audit of Tesla, Inc.*, diplomski rad, University of Nebraska, Lincoln.
77. McCharthy J. (2007.), *WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE?* [e-publikacija], preuzeto s http://35.238.111.86:8080/jspui/bitstream/123456789/274/1/McCarthy_John_What%20is%20artificial%20intelligence.pdf
78. McKinsey (2017.), Smartening up with Artificial Intelligence (AI) – What's in it for Germany and its Industrial Sector?, preuzeto 20. rujna 2021. s [McKinsey link](#)
79. Miller, C. (2021.), Panasonic Will Power Future Teslas with Way Larger, Higher-Capacity Cylindrical Battery Cells, preuzeto 1. studenoga 2021. s <https://www.caranddriver.com/news/a38093862/panasonic-4680-battery-future-tesla/>

80. Muller, J. (2018.), Musk Thinks Tesla Will School Toyota on Lean Manufacturing; Fixing Model 3 Launch Would Be A Start, preuzeto 7. listopada 2021. s <https://www.forbes.com/sites/joanmmuller/2018/02/16/tesla-thinks-it-will-school-toyota-on-lean-manufacturing-fixing-model-3-launch-would-be-a-start/?sh=4fb5dbda4c74>
81. Nambiar, K. (2021.), The Manufacturing Revolution of Tesla, preuzeto 4. studenog 2021. s <https://www.analyticssteps.com/blogs/manufacturing-revolution-tesla>
82. Ohnsman, A. (2021.), Tesla Notches First Full-Year Profit, Aided By \$270 Million Fourth-Quarter Net Income., preuzeto 2. studenog 2021. s <https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2021/01/27/tesla-notches-first-full-year-profit-aided-by-270-million-fourth-quarter-net-income/?sh=7660ed6922f6>
83. O’Kane, S. (2020.), Tesla sold more cars in 2019 than in the previous two years combined, preuzeto 4. listopada 2021. s <https://www.theverge.com/2020/1/3/21047233/tesla-2019-deliveries-q4-record-model-3-sales>
84. Oracle (2021., A), What is IoT?, preuzeto 9. rujna 2021. s <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/>
85. Oracle (2021., B), What is Big Data?, preuzeto 8. rujna 2021. s <https://www.oracle.com/a/ocom/docs/what-is-big-data-ebook-4421383.pdf>
86. Perić, E. (2021.), *INDUSTRIJA 4.0 Hrvatska gospodarska komora* [e-publikacija], preuzeto s [INDUSTRY 4.0 \(hgk.hr\)](https://www.hgk.hr/industry40)
87. Perkins, G., Murmann, J. (2018.), *What Does the Success of Tesla Mean for the Future Dynamics in the Global Automobile Sector* [e-publikacija], preuzeto s <https://www.semanticscholar.org/paper/What-Does-the-Success-of-Tesla-Mean-for-the-Future-Perkins-Murmann/c245c6b501b96e26676c7498be592e75bd4b2c29>
88. Petrany, M. (2018., A), Rimac C_Two: 1914 HP and a 1.84 – Second 0 – 60 Time, preuzeto 16. studenog 2021. s <https://www.roadandtrack.com/car-shows/geneva-auto-show/a19126167/rimac-c-two-1914-hp-full-specs-and-photos/>
89. Petrany, M. (2018., B), The Rimac C_Two Aerodynamic Aid Is a Supercomputer, preuzeto 8. studenog 2021. s <https://www.roadandtrack.com/new-cars/future-cars/a25304695/rimac-c-two-convertible-rendering/>

90. Petrany, M. (2019.), How Rimac's Engineers Create the Wildest Electric Hypercars, preuzeto 8. studenog 2021. s <https://www.roadandtrack.com/new-cars/car-technology/a27956379/rimac-engineers-c-two-prototype/>
91. Pressman, M. (2021.), CULTURE OF INNOVATION: TESLA HAS TRIPLE THE R&D OF TRADITIONAL AUTOMAKERS., preuzeto 17. studenog 2021. s <https://evannex.com/blogs/news/innovation-culture-tesla-r-d-spending-versus-other-automakers>
92. Putica, M. (2018.), Umjetna inteligencija: Dvojbe suvremenog razvoja, *Hum: časopis Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Mostaru*, 13(20), 198-214. <https://hrcak.srce.hr/219733>
93. Reedy, C. (2017.), Get ready for humanity 2.0., preuzeto 2. listopada 2021. s <https://futurism.com/kurzweil-claims-that-the-singularity-will-happen-by-2045>
94. Richter, F. (2016.), How Tesla Out-Innovates Traditional Carmakers, preuzeto 2. rujna 2021. s <https://www.statista.com/chart/6312/r-d-spending-tesla-vs-carmakers/>
95. Richter, F. (2021.), Tesla's road to 1,000,000, preuzeto 15. studenog 2021. s <https://www.statista.com/chart/21083/tesla-cumulative-vehicle-production/>
96. Rimac automobili (2016.), Rimac Automobili unveils the production version of the Concept_one at the Geneva Motor Show, preuzeto 14. studenog 2021. s <https://www.rimac-automobili.com/media/press-releases/rimac-automobili-unveils-the-production-version-of-the-concept-one-at-the-geneva-motor-show/>
97. Rimac automobili (2021.), ABOUT US, preuzeto 18. studenog 2021. s <https://www.rimac-automobili.com/about-us/>
98. Rodgers, J. (2017.), *Plumbing the Depths of Print: Lemuel Gulliver's "Knowledge Engine," John Peter's "Artificial Versifying" and Textual Machines in 17th and 18th c. England* [e-publikacija] preuzeto s [Rodgers_link](#)
99. Sharma, R. (2021.), Tesla (TSLA) Plans for Future, Makes Changes to Business, preuzeto 12. listopada 2021. s <https://www.investopedia.com/tesla-tsla-plans-for-future-makes-changes-to-business-5194984>
100. Smith, A.(2021.), Rimac Automobili Launches New, All-Electric Nevera Hypercar Featuring AI Driver Coach, preuzeto 23. siječnja 2022. s

<https://www.autofutures.tv/2021/06/01/rimac-automobili-launches-new-all-electric-nevera-hypercar-featuring-ai-driver-coach/>

101. Sperling, D. (2018.), *Three Revolutions: Steering Automated, Shared, and Electric Vehicles to a Better Future*, Washington: Island Press

102. squir.com (2021.), Tesla Model X Prototype 2012, preuzeto 1. rujna 2021. s
<https://squir.com/all-3d-models/tesla-model-x-prototype-2012.html>

103. Statista (2021.), *Estimated worldwide motor vehicle production from 2000 to 2020* [podatkovni dokument], preuzeto s <https://lb-aps-frontend.statista.com/statistics/262747/worldwide-automobile-production-since-2000/>

104. Struna (2021.), Podatak, preuzeto 13. rujna 2021. s
<http://struna.ihjj.hr/naziv/podatak/6110/>

105. Tech Talker (2014.), Tesla's Highly Scalable Model, preuzeto 23. rujna 2021. s
<https://seekingalpha.com/article/2604485-teslas-highly-scalable-model>

106. Tesla (2010.), *TESLA MOTORS INC, FORM 10-K (Annual Report)* [e-publikacija], preuzeto s
https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/t/NASDAQ_TSLA_2010.pdf

107. Tesla (2012.), *TESLA MOTORS INC, FORM 10-K (Annual Report)* [e-publikacija], preuzeto s
https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/t/NASDAQ_TSLA_2012.pdf

108. Tesla (2013.), *TESLA MOTORS INC, FORM 10-K (Annual Report)* [e-publikacija], preuzeto s
https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/t/NASDAQ_TSLA_2013.pdf

109. Tesla (2014.), *TESLA MOTORS INC, FORM 10-K (Annual Report)* [e-publikacija], preuzeto s
https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/t/NASDAQ_TSLA_2014.pdf

110. Tesla (2016.), *TESLA MOTORS INC, FORM 10-K (Annual Report)* [e-publikacija], preuzeto s https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/t/NASDAQ_TSLA_2016.pdf
111. Tesla (2017.), *TESLA INC, FORM 10-K (Annual Report)* [e-publikacija], preuzeto s https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/t/NASDAQ_TSLA_2017.pdf
112. Tesla (2019.), *TESLA INC, FORM 10-K (Annual Report)* [e-publikacija], preuzeto s https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/t/NASDAQ_TSLA_2019.pdf
113. Tesla (2021.), Supercharger, preuzeto 20.01.2022. s <https://www.tesla.com/supercharger>
114. Towards data science (2018.), Perceptron Learning Algorithm: A Graphical Explanation Of Why It Works, preuzeto 9. rujna 2021. s <https://towardsdatascience.com/perceptron-learning-algorithm-d5db0deab975>
115. Valeš, J. (2021.), *Primjena umjetne inteligencije u transportu*, diplomski rad, Ekonomski fakultet, Zagreb.
116. Valikangas, L. (2018.), Forum on Tesla and the Global Automotive Industry, *Management and Organization Review*, 14(3), 467-470. [Valikangas link](#)
117. Walsh, D. (2019.), New case study takes up Tesla's entry into the auto industry, preuzeto 15. rujna 2021. s <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/new-case-study-takes-teslas-entry-auto-industry>
118. Wang, B. (2020.), Tesla Will Advance Energy Storage Future By Decades, preuzeto 15. studenog 2021. s <https://www.nextbigfuture.com/2020/09/tesla-will-advance-energy-storage-future-by-decades.html>
119. Wikicell (2021.), Povećajte trenje, preuzeto 11. studenog 2021. s <https://hr.wikicell.org/Wrijving-vergroten-18190>
120. Wortmann, F. i Fluchter K. (2015.), Internet of Things, *Business & Information Systems Engineering*, 57(3), 221-224. https://www.researchgate.net/publication/276439592_Internet_of_Things

121. Wu, A. (2021.), The Story Behind Tesla's Success (TSLA), preuzeto 29. rujna 2021. s <https://www.investopedia.com/articles/personal-finance/061915/story-behind-teslas-success.asp>

122. Xu, J. (2020.), Analysis of the Operation Strategy of Tesla Inc. in China, *Frontiers in Economics and Management Research*, 1(1), 21-25.

POPIS SLIKA

Slika 1. Ars Generalis Ultima.....	4
Slika 2. The Engine.....	6
Slika 3. Bayesov teorem.....	7
Slika 4. Računalo Ferranti Mark 1.....	9
Slika 5. Perceptron.....	10
Slika 6. Prikaz Industrije 4.0.....	15
Slika 7. Postotak grešaka pametnih sustava u odnosu na ljude.....	16
Slika 8. Produktivnost radnika u svijetu, razdoblje od 1970. do 2015. godine.....	17
Slika 9. Disruptivne mogućnosti IoT prema industrijama.....	19
Slika 10. Utjecaj singularnosti na inteligenciju.....	21
Slika 11. Prikaz globalne proizvodnje automobila, razdoblje od 2000. do 2020. godine.....	26
Slika 12. AC Propulsion tzero.....	28
Slika 13. Model S.....	30
Slika 14. Model X.....	32
Slika 15. Rast cijene dionica kompanije Tesla Inc., razdoblje od 2010. do 2017. godine.....	34
Slika 16. Odnos proizvedenih električnih vozila u ukupnoj proizvodnji, 2010.-2017.....	36
Slika 17. Broj prodanih električnih automobila, razdoblje od 2013. do 2017. godine.....	37
Slika 18. Broj isporučenih vozila marke Tesla (kvartali), razdoblje 2015.-2018.....	39
Slika 19. Tržišna kretanja cijena dionica Tesla Inc., razdoblje 2020.-2021.....	41
Slika 20. Postotak godišnjih prihoda utrošenih na R&D, 2015. godina.....	44
Slika 21. Učenje Teslinog autopilota.....	47
Slika 22. Concept_One.....	52
Slika 23. Prihod i dobit Rimac automobila, razdoblje 2010.-2018. godina.....	54

Slika 24. Proizvodnja u tvornici Tesla Inc.....	56
Slika 25. Proizvodnja u tvornici Rimac automobili.....	56
Slika 26. Compact_Two (Nevera).....	58
Slika 27. Broj prodanih vozila marke Tesla (kumulativ).....	60