

Proces proizvodnje električnog automobila

Jelavić, Monika

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:730094>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Logistika i mobilnost

Završni rad

Proces proizvodnje električnog automobila

Student

Monika Jelavić, 4018/336

Mentor

Veljko Kondić, dr. sc.

Varaždin, ožujak 2022. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za logistiku I mobilnost

Završni rad br. 007/LIM/2022

Proces proizvodnje električnog automobila

Student

Monika Jelavić, 4018/336

Mentor

Veljko Kondić, dr.sc

Varaždin, ožujak 2022. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za logistiku i održivu mobilnost		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Logistika i mobilnost - Varaždin		
PRISTUPNIK	Monika Jelavić	MATIČNI BROJ	0336033250
DATUM	30.06.2022.	KOLEGIJ	Industrijska logistika
NASLOV RADA	Proces proizvodnje električnog automobila		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	The production process of an electric car		
MENTOR	dr. sc. Veljko Kondić	ZVANJE	viši predavač
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. prof. dr. sc. Živko Kondić, predsjednik		
	2. dr. sc. Veljko Kondić		
	3. Zoran Busija, dipl. ing., član		
	4. dr. sc. Vesna Sesar, zamjenski član		
	5. _____		

Zadatak završnog rada

BROJ	007/LIM/2022
OPIS	U Završnom radu je potrebno obraditi sljedeće točke: <ul style="list-style-type: none">- proizvodni procesi- električni automobil- faze i procesi proizvodnje modela C2- idejna faza i proces planiranja proizvodnje- inženjering- obrada dijelova- proces proizvodnje električnog automobila- zaključak - osvrt na temu Završnog rada
	Ključne riječi: proces, planiranje proizvodnje, faze proizvodnje, proizvodnja, električni automobil, inženjering

ZADATAK URUČEN

04.07.2022.



[Signature]

Predgovor

Ovaj završni rad izradila sam samostalno koristeći sva stečena znanja tijekom studija i izučavanjem stručne literature te uz stručnu pomoć mentora.

Zahvaljujem mentoru dr.sc. Veljku Kondiću koji je odvojio svoje vrijeme i time pružio priliku da pod njegovim vođenjem napišem ovaj završni rad. Zahvaljujem na podršci oko izbora teme te za svaki savjet i kvalitetnu suradnju tijekom pisanja ovog završnog rada.

Zahvaljujem svim profesorima, predavačima, asistentima na stručnoj suradnji i podučavanju tijekom ovog mog trogodišnjeg studiranja na Sveučilištu Sjever.

Također, posebnu zahvalu upućujem svojoj obitelji i prijateljima, koji su mi pružali podršku, strpljenje i motivaciju tijekom ovog studiranja.

Sažetak

Završni rad opisuje proces proizvodnje električnih automobila, kao primjer procesa proizvodnje uzet je postupak proizvodnje električnih automobila tvrtke Rimac Automobili. Uvod rada upoznaje čitatelje s pojmovima proces proizvodnje, te najbitnije o električnim automobilima.

Daljnji sadržaj rada govori o postupku proizvodnje električnih automobila, proces proizvodnje električnog automobila započinje idejnom fazom i planiranjem proizvodnje, koraci bez kojih je proizvodnje automobila neizvediva. Daljnji tijek proizvodnje preuzima inženjering kako bi se ideje pretvorile u stvarnost, inženjering se sastoji od skupa odjela koji su zaduženi za crtanje skica, izrade uputa za sastavljanje automobila, simulacija i testova. Na taj način sagledava se sigurnost automobila na cesti.

Nakon inženjeringa dolazi do proizvodnje dijelova električnih automobila i samog sastavljanja koje se sastoji od obrade dijelova, bojanja, zavarivanja i drugih procesa koji su opisani u radu.

Ključne riječi:

- Proces
- Planiranje proizvodnje
- Faze proizvodnje
- Proizvodnja
- Električni automobil
- Inženjering

Summary

The final work describes the process of production of electric cars, as an example of the production process, the process of production of electric cars from Rimac Automobili was taken. The introduction of the paper introduces readers to the concepts of the production process, and most importantly about electric cars.

Further content of the paper tells about the process of production of electric cars, the process of production of an electric car begins with the conceptual phase and production planning, steps without which the production of cars is impracticable. A further course of production takes over engineering to make ideas a reality, engineering consists of a set of departments that are in charge of drawing sketches, making instructions for assembling cars, simulations and tests. In this way, the safety of cars on the road is viewed.

After engineering, there is the production of parts of electric cars and the assembly itself, which consists of the processing of parts, painting, welding and other processes described in the work.

Keywords:

- Process
- Production Planning
- Production phases
- Production
- Electric car
- Engineering

Sadržaj

1.	UVOD	1
2.	Općenito o proizvodnji	2
2.1.	Proizvodni procesi	2
2.1.1.	<i>Osnovni pod procesi proizvodnog procesa</i>	3
3.	Električni automobil.....	4
4.	Faze i procesi proizvodnje modela C2	6
4.1.	Idejna faza i proces planiranja proizvodnje.....	7
4.2.	Inženjering.....	7
4.2.1.	<i>Konceptualna faza</i>	8
4.2.2.	<i>Ispitivanje materijala i komponenti</i>	8
4.2.3.	<i>Aerodinamika</i>	9
4.2.4.	<i>Dinamika vozila</i>	9
4.2.5.	<i>Gume</i>	9
4.2.6.	<i>Vektoriranje zakretnog momenta</i>	9
4.2.7.	<i>Trener vozača</i>	10
4.2.8.	<i>Razvoj komponenti</i>	10
4.3.	Obrada dijelova	11
5.	Proces proizvodnje modela C2	12
5.1.	Planiranje proizvodnje.....	12
5.2.	Obrada dijelova	13
5.3.	Proizvodnja komponenata	15
5.4.	Montaža automobila	16
5.5.	Inženjering.....	17
6.	Zaključak.....	26
7.	Literatura.....	27
8.	Popis slika	28

1. UVOD

Proizvodnja predstavlja stvaranje nekog proizvoda kroz procese sa ciljem prodaje i dobivanje dobiti od proizvedenog proizvoda. Proizvode velika, mala i srednja poduzeća koja ulažu vlastite inpute kako bi proizveli outpute. Proizvodnja je proces kombiniranja proizvodnih faktora sa ciljem stvaranja proizvoda namijenjenih zadovoljenu ljudskih potreba. Proizvodnja postoji oduvijek, stoga ju je potrebno prilagođavati trenutnom stanju. Danas se govori o problemu zagađenja zraka zbog proizvodnje, ali i načina življenja. Stoga su danas popularni električni automobili koji su manje štetni za okoliš od običnog automobila na dizelski motor. Električni automobili su automobili koji se pokreću na elektromotor, koristeći električnu energiju koja se pohranjuje u akumulatoru ili drugim uređajima za pohranu energije. S potpuno električnim pogonom ostvaruju se mnoge želje. Električna vozila voze se mirno i bez emisija CO₂ - u isto vrijeme, a pri tome impresioniraju svojom učinkovitošću. Elektromotori imaju tihu pogonsku tehnologiju, slabih su vibracija i impresioniraju svojim snažnim okretnim momentom. To znači zadovoljstvo u vožnji od samog početka.

Učinkovitost električnih automobila također ćete osjetiti kao uštedu, jer su u usporedbi s konvencionalnim pogonima operativni troškovi električnog vozila znatno niži.

Prednost električnog automobila nisu samo niski troškovi vožnje već i električna vozila se smatraju vrlo pristupnima zbog punjenja automobila kod kuće ili na poslu. Zahtijevaju manja održavanja, lakši su za popravak i sastavljanje zbog toga što imaju mnogo manje pokretnih dijelova. Mnoge države diljem svijeta omogućuju porezne olakšice ili poticaje kod kupnje električnog automobila. Kako postoje prednosti električnih automobila, tako postoje i nedostaci. Nedostaci električnog automobila su kratko trajanje baterije, jedno punjenje baterije može trajati od 160 km do 400 km, ovisno o modelu automobila. Punjenje električnog automobila traje od 2,5 do 8 sati, ovisno o modelu. Trenutno još uvijek nema električne infrastrukture, iako se na tomu radi, ne većina ljudi koja posjeduje električne automobile pune ih u vlastitom domu, poslu i javnim postajama za punjenje električnih automobila.

2. Općenito o proizvodnji

Proizvodnja je organizirano čovjekovo djelovanje na prirodu obradom, preradbom, premještanjem prirodne materije, umjetnih materijala i nedovršenih proizvoda radni prilagođavanja čovjekovim potrebama. Proizvodnja je zapravo usmjerena aktivnost koja ima za cilj dobivanje proizvoda korisnih za društvo čija struktura varira u širokim granicama po vrsti, kvaliteti i količini. Djelatnost usmjerena na dobivanje upotrebnih vrijednosti i prisvajanja prirodnih resursa za ljudske potrebe što znači da predstavlja opći uvjet za razmjenu materije između čovjeka i prirode. U organizacijskom smislu, prema veličini i vrsti asortimana proizvodnja se dijeli na tri osnovna tipa:

- Pojedinačna proizvodnja – mali broj komada uz minimalnu tehnološku pripremu
- Serijska proizvodnja – proizvodnja većeg broja komada iste vrste, detaljnija tehnološka razrada
- Masovna proizvodnja – uzak asortiman proizvoda koji se radi duži vremenski period, tehnološka priprema ide do najsitnijih detalja. Svaki zastoj ili korekcija znatno utječe na cijenu proizvodnje, ali i na cijenu proizvoda. [1]

Osnovni cilj proizvodnje je ostvarenje planiranih količina proizvoda iz proizvodnog programa sa konstrukcijskim, tehnološkim i proizvodnim karakteristikama, a to su propisana kvaliteta, planirani rokovi i zadovoljavajuća cijena.

2.1. Proizvodni procesi

Proizvodni proces je osnova svake proizvodnje, a podrazumijeva sve aktivnosti i djelovanja koja pretvaraju ulazni materijal (sirovine, poluproizvode) u gotov proizvod. Proizvodni proces obuhvaća sva sredstva i osoblje na kojima se i sa kojima se vrše aktivnosti od skladišta ulaznog materijala do skladišta gotovih proizvoda. Sastoji se od tehnološkog procesa, transportnog procesa, procesa organizacije i informacijskog procesa. Predstavlja složenu cjelinu tehnike, tehnologije, organizacije i ekonomije. Slika 1. prikazuje shematski prikaz čimbenika proizvodnog procesa. [2]

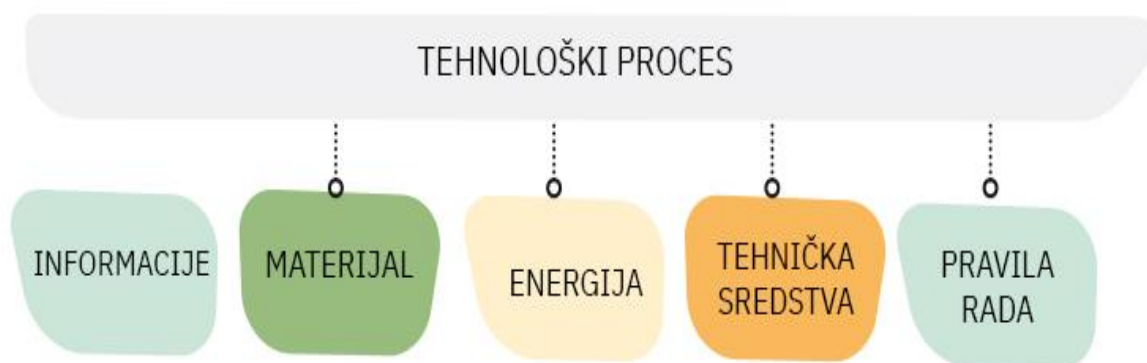


Slika 1. Prikaz proizvodnog procesa [3]

2.1.1. Osnovni pod procesi proizvodnog procesa

Tehnološki proces je sastavni dio proizvodnog procesa, onaj koji se odnosi na promjenu izgleda, oblika, dimenzija i svojstva materijala. Da bi proizvodnja bila moguća, potrebno je imati informacije o svojstvima proizvoda koji se izrađuje, potrebno je poznavati materijal od kojega se proizvod izrađuje i potrebni su energija za obradu materijala, tehnička sredstva (alati i strojevi) koja se pritom upotrebljavaju i detaljno razrađena pravila rada.

Navedeni elementi povezani u organizirani proces izrade nekoga proizvoda nazivaju se tehnološki proces. Slika 2. pokazuje što je sve potrebno za provedbu tehnološkog procesa. [2]



Slika 2. Prikaz tehnološkog procesa [4]

Tehnološki proces se koristi i u svakodnevnom životu, primjerice izrada kolača ima svoj tehnološki proces kod kojeg je recept informacije, sastojci za kolač materijal, energija može biti električna energija koji proizvodi štednjak. Od tehničkih sredstava za izradu kolača potrebna je zdjela, žlica i kuhinjski mikser ovisno o kolaču. Te na samom kraju koristimo se određenim pravilima rada i najbitnije da na kraju imamo proizvod u ovom slučaju kolač. To je jedan od primjera kako tehnološki proces uopće nije težak za shvatiti.

3. Električni automobil

Električni automobil je automobil koji se pokreće elektro motorom, pomoću električne energije koja je pohranjena u akumulatoru ili drugim uređajima za pohranu energije. automobil pokretan električnim motorom. Slika broj 3. prikazuje jedan električni automobil, po samom izgledu može se uočiti da se radi o električnom automobilu zbog posebnog dizajna. U usporedbi s automobilima pogonjenima benzinskim ili dizelskim motorom, električni automobili imaju znatno manje energetske gubitke (veći stupanj djelovanja) uz bolja vozna svojstva, a motori tih automobila tijekom uporabe ne stvaraju ispušne plinove, veću buku ni vibracije. U osnovi su jednostavnije tehničke izvedbe, ali su im najveći nedostatak razmjerno skupi i teški akumulatori koji ograničavaju polumjer kretanja takvih automobila. S obzirom na neka, još nerazvijena tehnička rješenja, danas se područje električnih automobila intenzivno istražuje, postoji veći broj konceptnih modela vozila koja se konstrukcijski znatno razlikuju, ali je od njih tek malen broj doživio serijsku proizvodnju. Unatoč tomu, s obzirom na prednosti tih automobila, napose smanjen štetan utjecaj na okoliš, u budućnosti se očekuje njihov razvoj i najšira primjena, koje već sada podupiru mnoge razvijene zemlje svijeta. [5]

Za pogon električnih automobila danas se istražuje primjena gotovo svih vrsta električnih motora, istosmjernih i izmjeničnih. Bez obzira na njihovu vrstu, elektromotori su znatno jednostavniji od motora s unutarnjim izgaranjem, imaju manje pokretnih dijelova te su stoga trajniji i ne zahtijevaju posebno održavanje. Kod nekih koncepata postoji središnji motor, koji preko mehaničkoga prijenosa pogoni pogonske kotače; kod drugih je koncepata svaki kotač pogonjen vlastitim električnim motorom smještenim u naplatku, što uklanja potrebu za mehaničkim prijenosom te osigurava optimalna vozna svojstva. Hlađenje elektromotora u pravilu je zračno, tek u iznimnim slučajevima i vodeno, s hladnjakom. Uz elektromotor, važan je dio elektromotornoga pogona električnog automobila upravljački uređaj (tzv. kontroler), koji ovisno o pritisku na papučicu akceleratora motoru dobavlja potrebnu struju. Kako elektromotor daje iskoristivu snagu kontinuirano već kod najmanjega broja okretaja motora, kod električnih automobila u pravilu nema potrebe za mehaničkim mjenjačem brzine; ipak, zbog smanjena okretnoga momenta pri većim brojevima okretaja motora, kod nekih se koncepata razmišlja o uvođenju takva mjenjača. Dodatna je prednost elektromotora pred onima s unutarnjim izgaranjem to što oni ne rade kada je vozilo u mirovanju, pa se mogu rabiti kao svojevrsne kočnice i generatori struje kada vozilo koči; takvim pretvaranjem kinetičke energije vozila u kasnije iskoristivu, akumuliranu električnu energiju (regenerativno kočenje) moguće su energetske uštede i do 30% u gradskoj ili brdskoj vožnji. [5]

Središnji su tehnički problem u današnjem razvoju električnih automobila akumulatori koji bi trebali automobilu osigurati dovoljan polumjer djelovanja, uz što je moguće manju masu, cijenu, što kraće vrijeme punjenja te što dulji vijek trajanja. O upravljanju punjenjem i pražnjenjem akumulatora, te nadzoru nad njihovim stanjem, temperaturom i sl. brine se posebni elektronički sustav BMS.

Punjenje akumulatora može se obavljati iz kućne električne mreže (uz obiteljske kuće, na posebno opremljenim parkirališnim mjestima), ili na posebnim stanicama za punjenje, na nekima od kojih se zbog povećana napona ono provodi u razmjerno kratkom vremenu. Javna infrastruktura za punjenje akumulatora tek se početno uvodi u nekim zemljama, a kadšto obuhvaća i mogućnost zamjene ispražnjenih akumulatora punima [5]

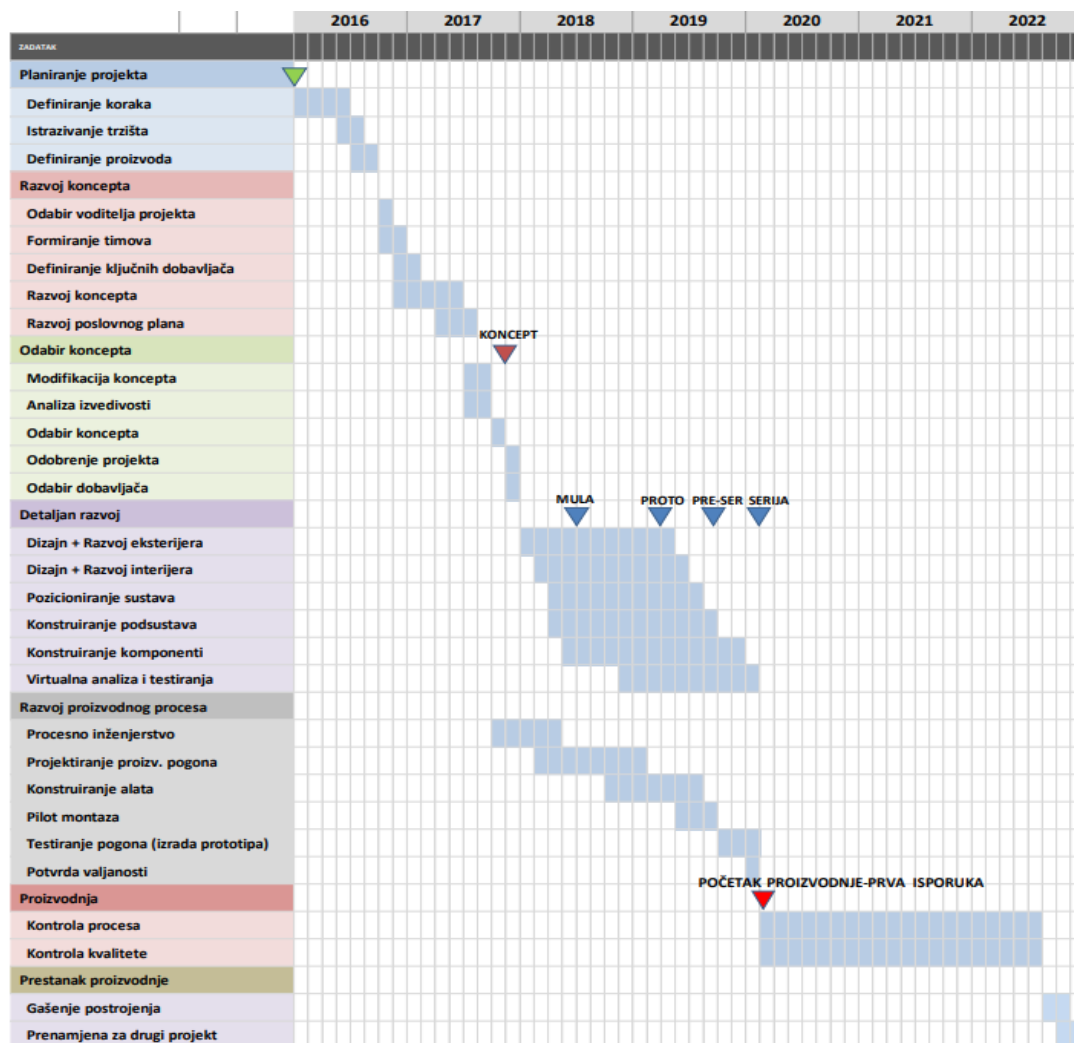


Slika 3. Prikaz električnog automobila [6]

4. Faze i procesi proizvodnje modela C2

Proizvodnja električnog automobila je vrlo složen proces, no ne razlikuje se uvelike od proizvodnje običnog automobila, na primjeru električnog automobila objasniti će se faze i procesi nastajanja samog proizvoda. Životni ciklus automobila može se podijeliti u 8 različitih faza. To je nešto detaljnija podjela u kojoj je naglasak stavljen na fazu razvoja proizvoda koja se sastoji od više procesa:

1. Idejna odnosno pred - konceptna faza (planiranje projekta)
2. Inženjering: (konceptualizacija, ispitivanje materijala i komponenti, aerodinamika, dinamika vozila, vekrotiranje zakretnog momenta, trener vozača i razvoj komponenti)
3. Obrada dijelova [4]



Slika 4. Vremenski dijagram aktivnosti [4]

Slika 4. prikazuje Ganttov (vremenski) dijagram svih aktivnosti uključenih u proces nastajanja jednog od Rimac automobila, ovdje se prvenstveno radi o razvoju modela C2 Nevera. Dijagram

prikazuje proces nastajanja automobila od same ideje pa do prenamjene z drugi projekt. Ovakva vrsta dokumenta naziva se makro plan. Kreiraju se početkom projekta kako bi prikazali vremenski rok proizvodnje automobila. Projekt je dugotrajan i dinamičan tijekom vremena događaju se nepredvidive situacije, stoga se ovakvi dokumenti revidiraju i nekoliko desetaka puta tokom trajanja procesa. Ujedno ovaj dijagram prikazuje i sve proizvodne procese koji su neophodni za nastanak električnog automobila modela C2.

4.1. Idejna faza i proces planiranja proizvodnje

Važno je razlikovati ulazni motiv ideje i razvoja proizvoda. Pod time se misli da li će se automobil razvijati kako bi zadovoljio potrebe velikog broja korisnika (cijena, funkcionalnost, kvaliteta) ili će u određenoj niši predstavljati superioran proizvod bez obzira na cijenu. U prvom slučaju radi se o velikoserijskoj proizvodnji (>1000) dok je u drugom riječ o maloserijskoj proizvodnji (nekoliko desetaka do nekoliko stotina primjeraka). Kako je to bio slučaj i s automobilima koji su za pogon koristili motore s unutarnjim izgaranjem tako je i u slučaju električnih automobila. Za primjer će se uzeti već spomenuti automobil C2 tvrtke Rimac automobili. U ovoj fazi jedna osoba ili tim ima ideju razviti hiper - sportski potpuno električni automobil koji će:

- razvijati izlaznu snagu (iz četiri individualna elektromotora) od preko 1.3 MW,
- za manje od dvije sekunde postići brzinu od 100 km/h uz krajnju brzinu od preko 400 km/h,
- s jednim ciklusom punjenja imati autonomiju od 600 km prema NEDC ciklusu,
- biti opremljen sustavom za autonomnu vožnju 4. razine,
- biti homologiran za svjetska tržišta

Nakon idejne faze dolazi do planiranja proizvodnje. Planiranje proizvodnje predstavlja prvu aktivnost operativne pripreme, a planove dijelimo na godišnje i operativne planove. Godišnji planovi odnose se na razdoblje od jedne godine, definiraju se na osnovi planova prodaje finalnih proizvoda i rezervnih dijelova i obuhvaćaju točno definirane zadatke i uvjete njihova izvršenja. Operativni planovi detaljnije definiraju zadatke iz godišnjeg plana koji se obavljaju u kraćim vremenskim razdobljima. [7]

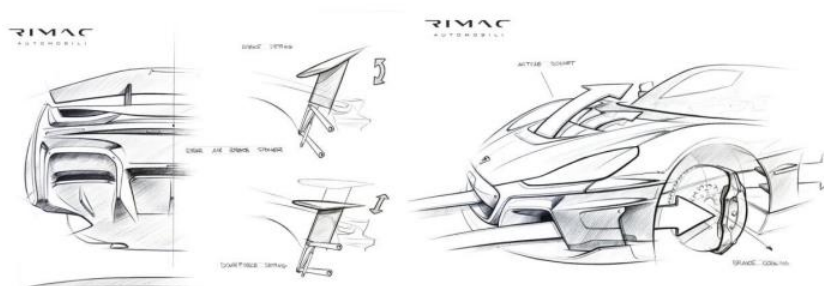
4.2. Inženjering

Inženjering je skup odjela za provedbu aktivnosti koje su potrebne da se proizvede jedan električni automobil i dovede ga se na ceste širom svijeta. U odjelu za inženjering razvija se sam automobil. Ono što se u inženjeringu zapravo događa je simulacija automobila, kako se automobil ponaša pri

testnoj vožnji. Simulacija prikazuje rast temperature, te maksimum do kojeg može rasti temperatura. [8]

4.2.1. Konceptualna faza

Nakon idejne faze i procesa planiranja proizvodnje dolazi konceptualna faza u kojoj se razrađuju različiti koncepti. Organiziraju se timovi i određuje voditelj projekta. U skladu sa zahtjevima timovi razvijaju nekoliko različitih koncepta. U konceptualnoj fazi odjel za dizajn ima jednu od većih uloga zbog toga što ideju treba pretočiti u vizualni prikaz eksterijera automobila. Nakon skiciranja i kreiranja prvih CAD modela kreira se i market modela u stvarnoj veličini kako bi se vizualizirao prostor i dimenzije automobila. Slika 5. prikazuje skicu dizajna eksterijera automobila zajedno sa sustavom aerodinamike vozila. Proces projektiranja je dug i složen, počinje se s grubim konceptom koji je virtualno simuliran. [8]



Slika 5. Skica dizajna eksterijera [4]

4.2.2. Ispitivanje materijala i komponenti

Sljedeći korak je provođenje ispitivanja materijala i komponenti prije ispitivanja sustava prije početka cijelog programa testiranja vozila. Cilj je pronaći najbližu korelaciju između simulacija i fizičkih testova. Potrebno je 16 sati za pokretanje C2 trimmed Body FE simulacije sudara na superračunalu. Prvi pokušaj testiranja komponenti nije bio uspješan. Kada dođe do neuspjeha ponovno se dizajnira komponenta, testira se i ako je uspješno nastavlja se s testiranjem vozila. [6]

4.2.3. Aerodinamika

Četiri aktivne aerodinamičke komponente površine rade u skladu s manipulacijom protoka zraka dajući C2 neusporedive performanse i poboljšanu učinkovitost. Sve od aktivnog prednjeg razdjelnika i inteligentnih zračnih zaklopki ispod tijela do prilagodljive zračne kočnice dizajnirano je, razvijeno i testirano do savršenstva u kući, na Rimac način. Model simulacije CFD – ova za detaljan prijenos topline sastoji se od 180 milijuna elemenata. [6]

4.2.4. Dinamika vozila

Razvoj dinamike vozila započinje definiranjem ciljne težine, dimenzija i željenih postavki ovjesa. Nakon odabira guma i postavljanja tvrdih točaka ovjesa, počinjemo ciljati na ciljeve. Nakon definiranja kinematike provode se 15-dubinske simulacije polja i više tijela kako bi se definirali parametri opruga, prigušivača, antiroll šipki i čahura. Vozač koči 41 sekundu s više od 0.8 G tijekom jednog kruga Nürburgringa pri vožnji C2. [6]

4.2.5. Gume

Gume su kritična komponenta svakog automobila. Formirajući jedinu fizičku vezu između površine ceste i vozila, neophodno je opremiti naša vozila najkvalitetnijim gumama. Testirani i razvijeni kroz vlastiti rigorozni program, dizajniramo prilagođene gume u partnerstvu s Pirellijem kako bismo se nosili s najekstremnijim performansama u svim uvjetima. Tijekom kočenja prednja guma se učitava 2.8 puta više od stražnje gume. Gume razvijene po mjeri za C2 osigurale jedinstveno rukovanje vozilom i maksimalne performanse. Razvoj guma Bespoke u suradnji s Pirellijem započeo je u ranoj fazi koncepta izvedivosti projekta. Nakon postavljanja ciljeva ubrzanje, najveća brzina i vrijeme kruga - izbor dimenzije guma i modela bila je jedna od najvažnijih odluka. [6]

4.2.6. Vektoriranje zakretnog momenta

Vektoriranje zakretnog momenta jedinstvena je metoda raspodjele snage koja dijeli okretni moment između svakog kotača vozila. Rimac vektoriranje okretnog momenta na svim kotačima (R-AWTV) središnji je dio našeg paketa domaćih tehnologija, pružajući našim automobilima veću agilnost, stabilnost i kontrolu. Nakon dvije godine razvoja, najnoviji vektorski sustav zakretnog

momenta koristi jedinstveni algoritam koji predviđa kako će se vozilo ponašati. Čitajući cestu ispred sebe - koristeći devet kamera na brodu, LIDAR, radar i 12 ultrazvučnih senzora - ugrađeno superračunalo izračunava optimalnu razinu okretnog momenta za implementaciju na svaki samostalno pogonjeni kotač preko 100 puta u sekundi. [6]

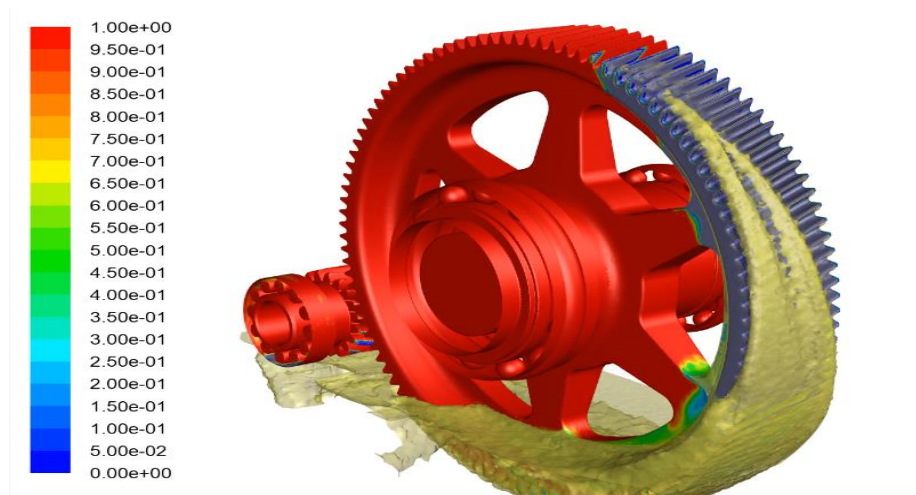
4.2.7. Trener vozača

Sustav AI upućuje vozača kako voziti na trkaćoj stazi pri maksimalnim performansama vozila. Značajka sustava trener vozača omogućena je putem skupa različitih senzora i nevjerojatne snage obrade u vozilu. Sustav je sposoban procijeniti i procijeniti sposobnost okoline i stanja automobila u djeliću sekunde, izračunavajući pravu putanju i naredbe vozila i izvršavajući ih u stvarnom vremenu. Vozač prima audio i vizualne upute koje se unose kroz zvučnike i zaslone automobila. Potrebno je 3 godine za razvoj i testiranje sustava. [6]

4.2.8. Razvoj komponenti

C2 pogonski sklop i razvoj baterija podržani su brojnim toplinskim, mehaničkim, električnim i simulacijama na razini sustava. C2 baterijski paket, pretvarači, mjenjači i motori modelirani su i razvijeni kako bi se osigurale maksimalne performanse automobila. Simulacije na razini komponente i sustava koriste se za osiguravanje mehaničke cjelovitosti i toplinske stabilnosti pri jakom opterećenju dok se C2 pomiče do krajnjih granica.

Komponente se simuliraju pod različitim homologacijskim i standardima kvalitete kako bi se osigurala njihova trajnost i sigurnost. Razvoj komponenti započinje početnim zahtjevima, crtežima i izračunima. Svaki novi dizajn provjerava se simulacijama. Slika 6. prikazuje simulaciju mjenjača. Znanje dobiveno iz rezultata provodi se zatim u novu iteraciju dizajna. Ovaj proces brzog razvoja dovodi do pouzdanih komponenti i nakon testiranja u stvarnom životu obavljaju prema planu. Potrebno je 786 sati za izračun modela mjenjača. Dok se sustav za hlađenje baterija sastoji od 14 glavnih dijelova. [6]



Slika 6. Simulacija mjenjača [6]

Znanje dobiveno iz rezultata provodi se zatim u novu iteraciju dizajna. Ovaj proces brzog razvoja dovodi do pouzdanih komponenti i nakon testiranja u stvarnom životu obavljaju prema planu. Potrebno je 786 sati za izračun modela mjenjača. Dok se sustav za hlađenje baterija sastoji od 14 glavnih dijelova.

4.3. Obrada dijelova

Obrada materijala je prilagođavanje materijala određenoj svrsi. Prilikom proizvodnje modela C2 najbitnije su dvije obrade materijala, a to su:

- a) Laminacija - postupak dodatne zaštite natpisa ili folije pomoću tekuće ili krute laminacije. Laminacija je zapravo postupak plastifikacije zbog dodatne izdržljivosti. Nakon provedenog postupka, povećana je dugotrajnost proizvoda, manja je mogućnost mehaničkog oštećivanja te je poboljšava UV otpornost. Trajnost laminiranih folija je od 1 do 10 godina. [8]
- b) Zavarivanje - spajanje dvaju ili više istovrsnih ili raznorodnih materijala taljenjem sa ili bez dodavanja dodatnog materijala tako da na kraju dobijemo homogeni zavareni spoj. [9]

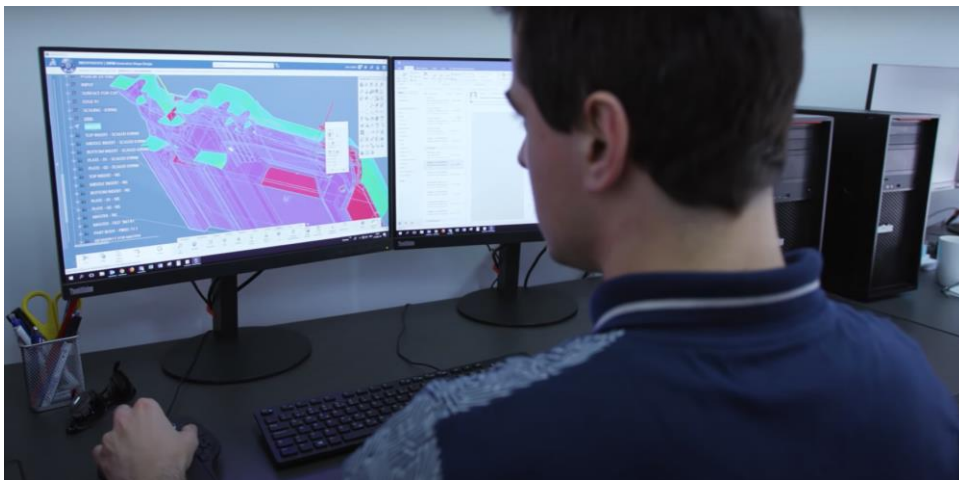
5. Proces proizvodnje modela C2

Kao primjer iz prakse uzet je proces proizvodnje modela C2 poznatijeg pod nazivom Nevera, tvrtke Rimac Automobili.

5.1. Planiranje proizvodnje

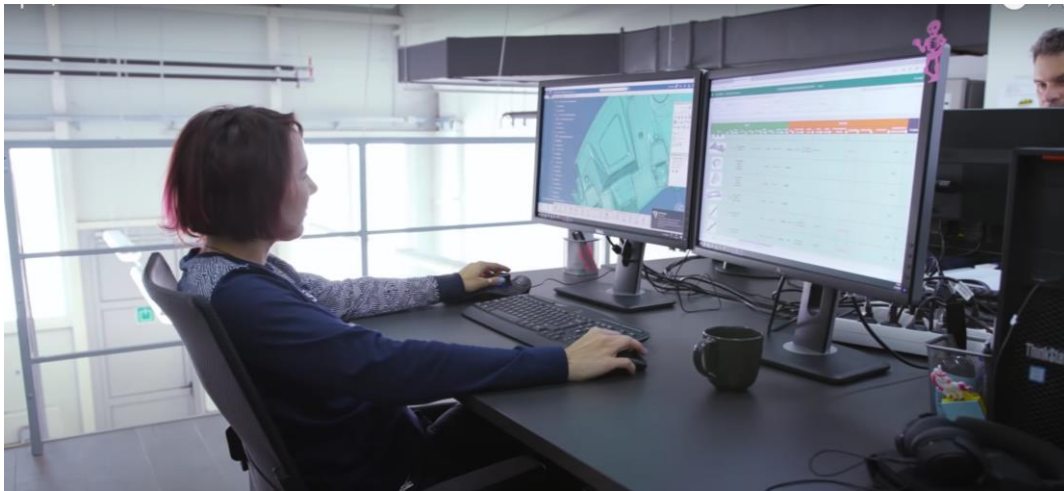
Planiranje proizvodnje odvija se u prostoru gdje se razvijaju simulacije za dijelove od ugljičnih vlakana (karbona), što prikazuje slika 8.. Tim za planiranje proizvodnje preuzima ulazne informacije od tima za dizajn i inženjering u smislu koje površine dijelova koje žele proizvesti. Slika 7. prikazuje simulaciju nadzorne ploče za model C2, osoba koja radi na tomu dobiva određeni dizajn i tip površine koja je potrebna i tek tada izrađuje upute za CNC stroj.

U ovom slučaju tim radi na velikom dijelu za obradu i potrebno je radi točnosti napraviti pozitiv što znači obraditi dio tako da izgleda kao stvarni dio za automobil, stvarna nadzorna ploča s različitim dijelovima. Nakon izrade pozitiva tim za obradu radi program i obrađuju alat. [11]



Slika 7. Simulacija nadzorne ploče [11]

S druge strane što prikazuje na slika broj 8. razvija se plan rasporeda na temelju geometrije dijela, tada osoba zaposlena za izradu rasporeda, radi raspored dijelova od karbonskih vlakana kao i kutove na kojima su vidljiva karbonska vlakna. Iako izgleda vrlo jednostavno napraviti raspored, ipak je to vrlo zahtjevan posao zbog toga što uključuje gotovo sve zaposlene u tvrtki.



Slika 8. Prikaz izrade rasporeda [11]

Raspored daje točne smjernice za sastavljanje slojeva i koji se materijali koriste u kojem slijedu, kako bi osobe zaposlene u proizvodnji dobile upute za sastavljanje.

5.2. Obrada dijelova

Nakon planiranja proizvodnje slijedi tim koji se bavi izradom CEM koda za strojeve. Obrada dijelova vrši se strojno na način da dizajneri dizajniraju dijelove koji su potrebni te onda dolazi do izrade CEM koda za obradu geometrije alata.

Slika 9. prikazuje ulaz dobiven od odjela za razvoj alata koji je geometrijski prikazan. Nakon dobivenog ulaza materijali se razvijaju u glodalici. Sve je strojno te dobiveni podaci govore stroju kako i na koji način koristiti alate za izradu dijelova. [11]



Slika 9. Ulaz za obradu [11]

S druge strane prostorije izrađuju se dijelovi koji idu u unutrašnjost automobila, ali i druge komponente kao kućište za mjenjač koji je napravljen od jednog komada aluminija, papučica kočnice, šarke za vrata i veći dijelovi kao kućište invertera. Unutar pogona nalaze se 3x i 5 – osne glodalice koje služe brži i fleksibilniji rad. Sve dijelove izrađuju samostalno zbog brzine i fleksibilnosti, na način da je dio danas dizajniran, a sutra montiran na automobil na taj način nema dugih čekanja i gomilanja nepotrebnih zaliha. Iako imaju vrlo dobro posložene odjele, dosta odjela se prenamijenilo, slika 10. prikazuje kako zastarjele strojeve prenamijenili u strojeve za izradu sitnijih i jednostavnijih plastičnih dijelova. [11]



Slika 10. Prenamjena staro u novo [11]

Slijedi odjel za zavarivanje, slika 11. prikazuje koncertnu šasiju za model C1 koja se sastoji od 300 različitih dijelova za koju su potrebni mjeseci zavarivanja. Iako za model C2 nije potrebno zavarivanje šasije i dalje zavarivanje ima svoju svrhu za zavarivanje dijelova za rashladnog sustava, cijevi za hlađenje i ostalih dijelova. [11]



Slika 11. Šasija modela C1 [11]

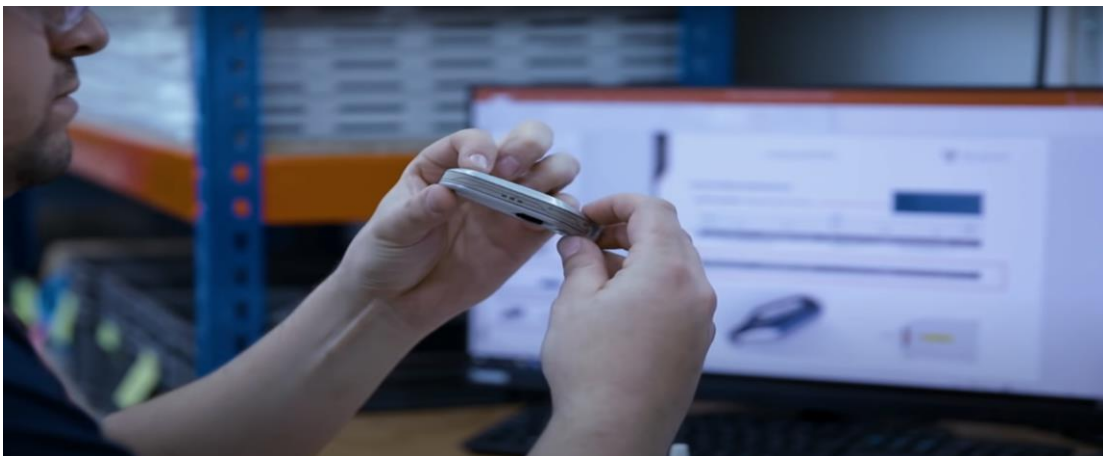
Nakon zavarivanja slijedi ožičenje u području sastavljanja komponenti, slika 12. prikazuje kabelski svežanj za St. Maarten bateriju, što je visokonaponski svežanj. Nakon izrade kabelskog svežnja kreće proizvodnja prototipa PCB, kontrolnu jedinicu za C2 model tako se takvih dijelova nalazi jako puno u automobilu za kontrolu različitih funkcija ili dijelova za upravljanje baterijama C1 modela. Kada se razvije PBC upravljačka jedinica ili novi prvi prototip koji je napravljen ručno te kada on zadovoljava sve zahtjeve, odlazi u masovnu proizvodnju. [11]



Slika 12. Kabelski svežanj [11]

5.3. Proizvodnja komponenata

Nakon ožičenja slijedi odjel za izradu ostalih dijelova, od kojih je najsloženija izrada ključa. Slika 13. prikazuje izgled ključa za model C2. ključ je vrlo zanimljiv za izradu zbog same elektronike koja se nalazi u njem. Izradu ključa uspoređuju s izradom nakita zbog ulaganja u detalje, svaki gumb ključ je presvučen kožom ili materijalom koji se nalazi u samoj unutrašnjosti automobila. [11]



Slika 13. Ključ za model C2 [11]

Iako većinu dijelova za proizvodnju proizvodi sama tvrtka, ipak postoji dio koji ne proizvode sami, a to je baterijska ćelija ili drugim nazivom cilindrična ćelija s aluminijskim kućištem. Slika 14. prikazuje izgled baterijske ćelije. Sastav baterije ovisi o primjeni, ne postoji baterijska ćelija koja odgovara za sve, već ovisi o onom cilju koji treba postići kroz projekt. Koliko je baterijska ćelija važna govori to da od potrebnih 3000 dijelova za izradu automobila, 400 je baterijskih ćelija. Baterijska ćelija smatra se građevinskom ciglom za izgradnju kuće. Zbog tajnosti podataka ne mogu dati više podataka o tomu što se radi u odjelu za sastavljanje baterija. [11]



Slika 14. Baterijska ćelija [12]

5.4. Montaža automobila

Na samom kraju obrade materijala nalazi se odjel za laminaciju. Slika broj 17 prikazuje odjel za laminaciju. U odjelu za laminaciju laminiraju se svi dijelovi i koristi se više materijala od najjednostavnijih sirovih ugljičnih vlakana do kompleksnijih materijala. Kada osoba koja radi na stroju za rezanje karbonskog materijala obavi svoj dio posla, šalje dalje detaljno objašnjene upute odjelu za laminaciju.

U uputama se objašnjava kako i kojim redoslijedom se materijali spajaju poput lego kockica. Nakon procesa laminacije dijelovi idu unutar vakumske vrećice, te tada ide u vanjsko mjesto gdje se pod velikim pritiskom i temperaturom stvrđavaju. Nakon toga se vade iz vanjskog mjesta po potrebi obrubljuju, režu, tapciraju ili farbaju. Odjel za lakiranje se nalazi odmah pokraj odjela za laminaciju kako bi timovi radili zajedno i pronalazili najbolja moguća rješenja. [11]



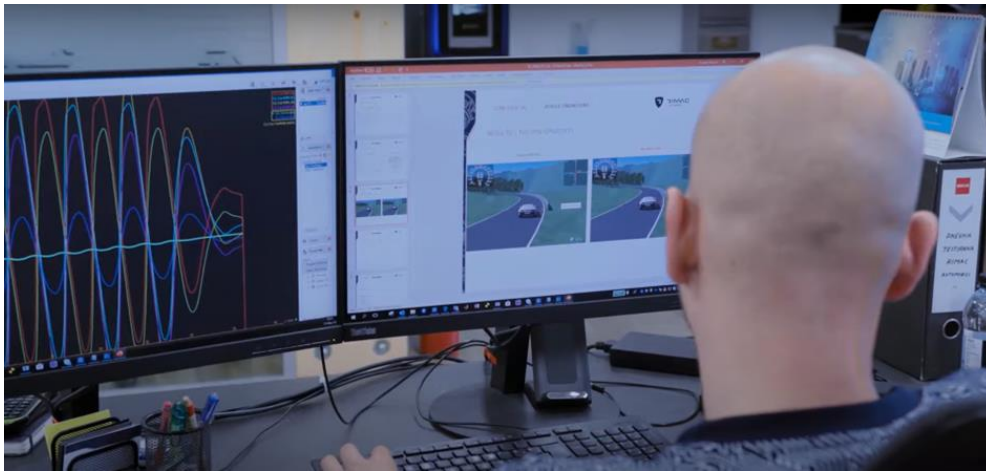
Slika 15. Odjel za laminaciju [11]

Nakon odjela za laminaciju automobil odlazi na daljnja ispitivanja kako bi se utvrdila sigurnost automobila, ali i način rada na cesti.

5.5. Inženjering

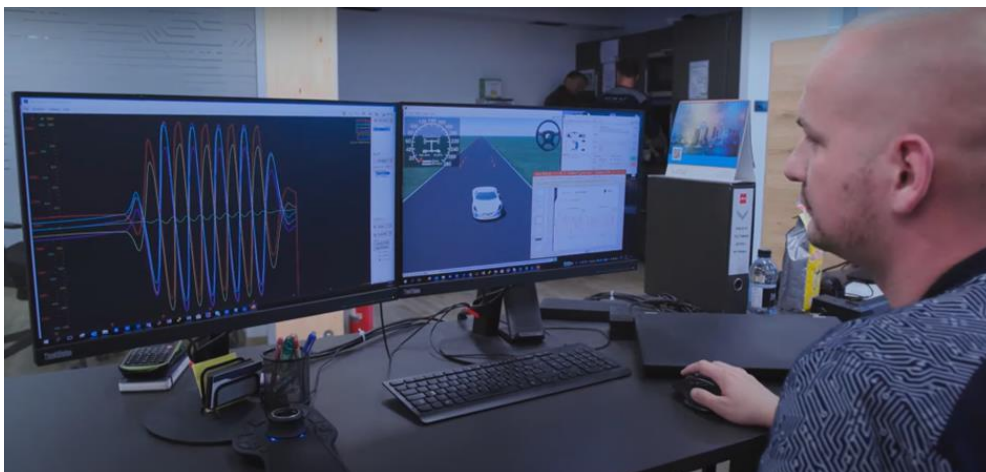
Inženjering podrazumijeva skup svih odjela koji služe za poboljšanje specifikacija automobila. Prvi odjel inženjeringa je odjel zaslužen za strojarstvo. Strojarsvo je dio inženjeringa gdje postoji prototip automobila, koji se i dalje razvija kako bi se specifikacije komponenti automobila poboljšale od 5 do 10 posto ili više ovisno o komponenti na kojoj se radi.

Tim je podijeljen na različita područja, te tako postoji tim za dinamiku koji radi stimulacije performansi za unutrašnjost, ekonomičnost i sigurnost tijela koje razvija električnu arhitekturu. Stimulacije koje se izvode kako bih se vidjeli pomaci potrebne su za integraciju stimulaciju strukture i testove sudara pogonskog sklopa. [13]



Slika 16. Simulacija [13]

Tima za dinamiku vozila vodi Tomislav jedan od prvih zaposlenika tvrtke Rimac. Tim za dinamiku vozila odgovoran je za samu dinamiku, ali rade i na razvoju sustava za podešavanje ovjesa i kočionog sustava. Kako bi dinamika vozila funkcionirala koriste se različiti alati za simulacije više karoserija, trenutno tim radi na kinematici vozila i testove usklađenosti na prednjoj osovini. Rade na puno simulacija vozila visoke razine s integrativnim cijelim sustavom pomoću stvarnih podataka iz hidra dinamičkog pogona guma i ostalih sustava u automobilu koje vrlo detaljiziraju. [13]

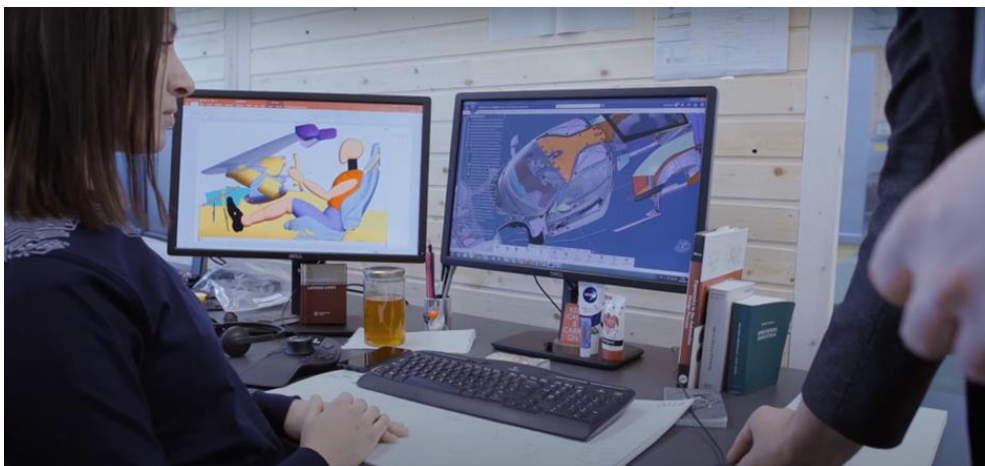


Slika 17. Simulacija dinamike vozila [13]

Slika prikazuje testirani kontrolni sustav za proklizavanje ili zakretnog momenta. Kako bi došlo do ispitivanja vrlo je važno imati stvarne karakteristike guma, kinematike, ovjesa raspodjela težine svake komponente. Ponekad je potrebno napraviti stotine simulacija kako bi automobil bio siguran na cesti. Iako većina misli da simulacije ne mogu dati točne informacije, ipak znatno smanjuju

širinu pogrešaka. Nakon tima za dinamiku vozila dolazimo do tima za razvoj obrezivanja komponenti automobila. [13]

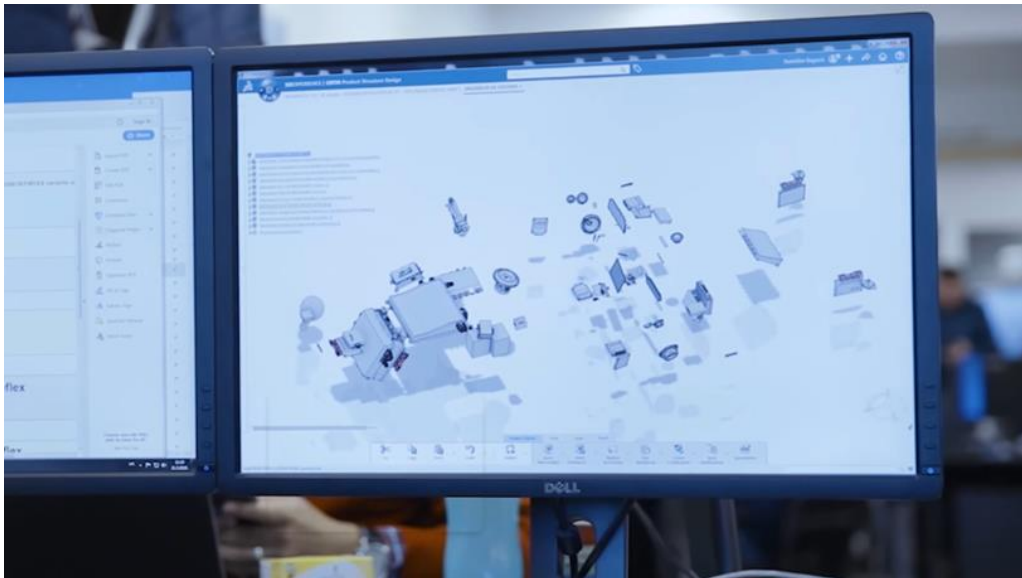
Eva vodi tim za razvoj obrezivanja, tim je odgovoran za dijelove koji se prikazuju na slici, to su uglavnom unutarnji i manji broj vanjskih dijelova. Ergonomija je bitan dio kojim se bavi tim za razvoj obrezivanja, kao i sigurnosni sustav koji uključuje način djelovanja zračnih jastuka prilikom testnog sudara. Provode se simulacije koje odgovaraju zahtjevima.



Slika 18. Simulacija zračnih jastuka [13]

Nakon što odjel za razvoj obrezivanja odradi svoj posao slijedi CAE odjel koji vodi Gustavo. CAE odjel gradi modele konačnih elemenata za procjenu događaja, istezanja i internih zahtjeva za sigurnost i ponašanje dijelova na cesti. Primjer jednog od zadataka CAE odjela je homologacija stražnjeg udara. Ideja je provjeriti strukturno ponašanje komponenti automobila i ubrzanja kako bi se procijenilo ponaša li se automobila kako je idejno zamišljeno, ukoliko su rezultati pozitivni komponente se montiraju. CAE odjel usko je povezan s odjelom za aerodinamiku i razvoj CFD – a. David vodi odjel aerodinamike, odjel je odgovoran za postizanje aerodinamičkih ciljeva koji su fokusirani na hlađenje kočnica.

Razvija se logika upravljanja i strategije za aktivne sustave i dijelove automobila kako bi došlo do cjelovite slike i kompletnog koda. Testiranje simulacija provodi se u stvarnosti u modelima jedan na jedan. Tim za električnu integraciju. Tim razvija upravljačke jedinice, bitna je integracija zahtjeva od onog što je najlakše ali i potrebno učiniti, koje ulaze i izlaze zbog ožičenja i povezivanja komponenti u automobilu. [13]

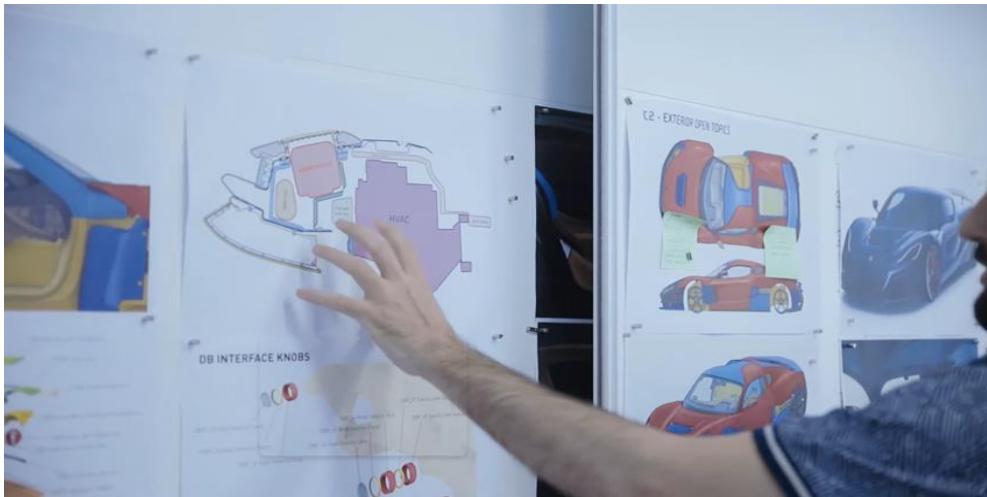


Slika 19. Arhitektura elektronike [13]

Tim ima odgovornost za integraciju svih električnih uređaja i automobilu, nakon arhitekture potrebno je srediti ožičenje za povezivanje svih uređaja u jedan sustav, no odgovornost je potrebna za kontrolne objekte na način da se pripremaju opisi za programe i na koji način programirati. Također jedan od bitnih odjela je i onaj za dizajn. Adrian voditelj tima za dizajn automobila radi u tvrtki već 10 godina, te sada vodi tim od 12 dizajnera koji zajedno rade na dizajnu automobila.

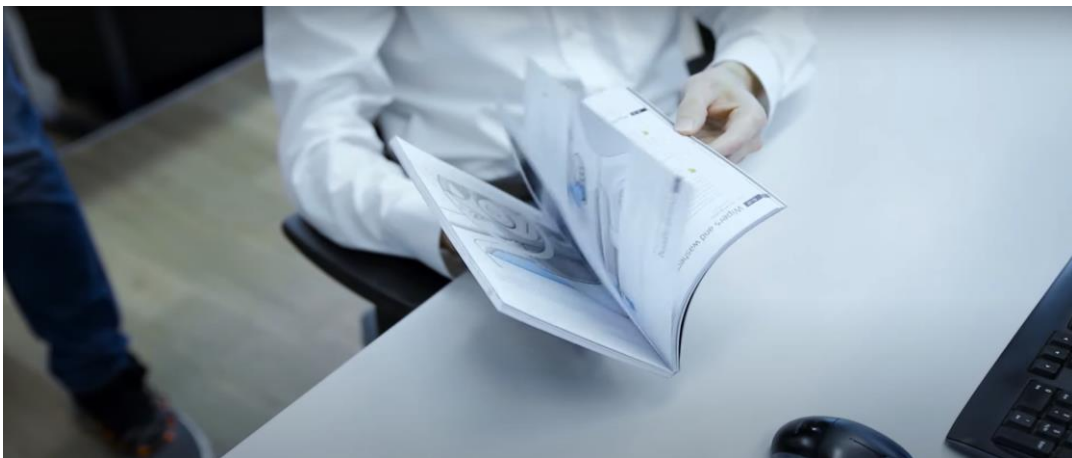
Posao dizajnera obuhvaća sve od prve skice do dizajniranja krajnjih površina za obradu, od grafičkog dizajniranja, korporativnog identiteta dizajna proizvoda do novih boja. Nastoje kombinirati sve s čim se klijent suočava. Slika prikazuje zid sa smjernicama za izradu automobila modela C2, ali i ostalih dijelova za druge tvrtke. Skicu dizajna automobila svi smjatraju jako bitnimo, ali ona je tak jedan posto cijelog procesa proizvodnje automobila. [13]

Skicu dizajna modela C2 razvio je Adrijanov tim, no kako bi automobil bio spreman izaći na cestu i kako bi sigurno funkcionirao dijelovi automobila se mijenjaju stotine puta temeljem stimulacija. Zbog izmjene informacija potrebam je timski rad. Primjer gdje timski rad treba dobro funkcionirati je kada se u automobilu želi dobiti samo par milimetara više prostora za vozačeve noge potrebni su sati rada i stotine nivih izmjena. [13]



Slika 20. Smjernice za izradu automobila [13]

Kako postoje smjernice za izradu automobila, tako tvrtka uz kupnju automobila poklanja priručnik za vlasnika automobila. Priručnik za vlasnika služi kao pomoć novom vlasniku automobila radi lakšeg upravljanja i razumijevanja automobila. Priručnik je napravljen u osam jedinica, svaka stranica izgleda tako da se tekst i slike upotpunjavaju na taj način tvrtka vodi svoju web stranicu jer prvi dojam je jako bitan. [13]



Slika 21. Priručnik za vlasnika automobila [13]

Nakon odjela za dizajn slijedi odjel za industrijalizaciju koji je usko povezan s inženjeringom, odjel za industrijalizaciju postavlja zahtjeve i promjene dizajna kako bi uvidjeli postoji li problem unutar komponenti. Primjer problema može biti neispravno postavljene vijci ili netočne mjere komponente. Odjel svoje prijedloge šalje inženjerima i dizajnerima kako bi došlo do promjena, također rade i priručnike za montažu pogonskog agregata za ljude koji rade na sastavljanju. Ukratko rečeno posao odjela za industrijalizaciju je tvrtku od male proizvodnje prototipa razviti u

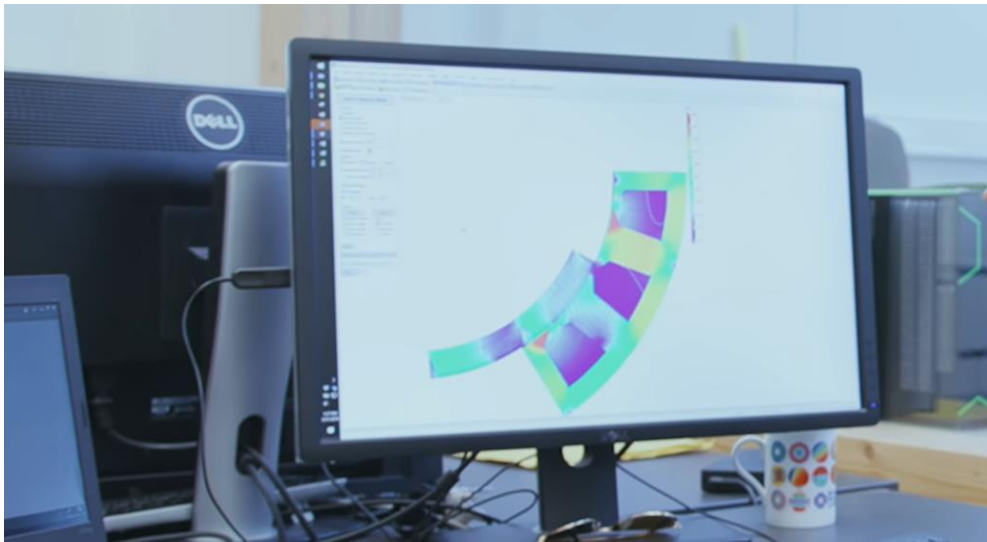
proizvodnju velikih količina stoga je bitno razvijanje proizvodnih metodologija i koraka. Slika prikazuje odjel za industrijalizaciju. [14]



Slika 22. Odjel industrijalizacije [14]

Kod tima za industrijalizaciju smješten je tim za homologaciju zdravstvene i sigurnosne kvalitete kampusa, slijedni tim za razvijanje autonomne vožnje koji razvija algoritme za trenere vozača i ostale projekte autonomnih vozila, dok ostali odjeli rade na modelu C2. Tim za industrijalizaciju usko je povezan s odjelom za hardversko i softversko inženjerstvo, koji je dio inženjeringa komponenti. U hardverskom i softverskom inženjerstvu razvija se elektronika automobila kao što je infotainment sustav, kontrolne jedinice i upravljanje pogonskim sklopom.

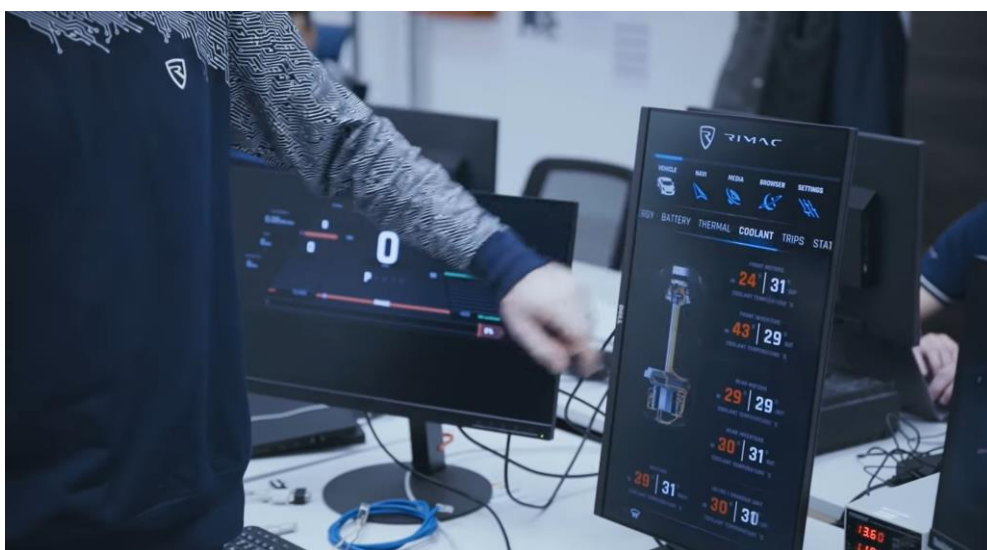
Slijedi tim za razvijanje motora modela C2, važan dio motora je aktivni dio ujedno i najvažniji te je za to zadužen odjel za razvoj motora. Odjel simulira što se događa unutar motora tijekom strujanja struje kroz različite polove i vidljivo je pomicanje magnetskih polja. Na slici je vidljivo kako se rotor vrti u željenom smjeru i prikaz grafova obilaska i sve gubitke energije u motoru. [14]



Slika 23. Simulacija mogućnosti motora [14]

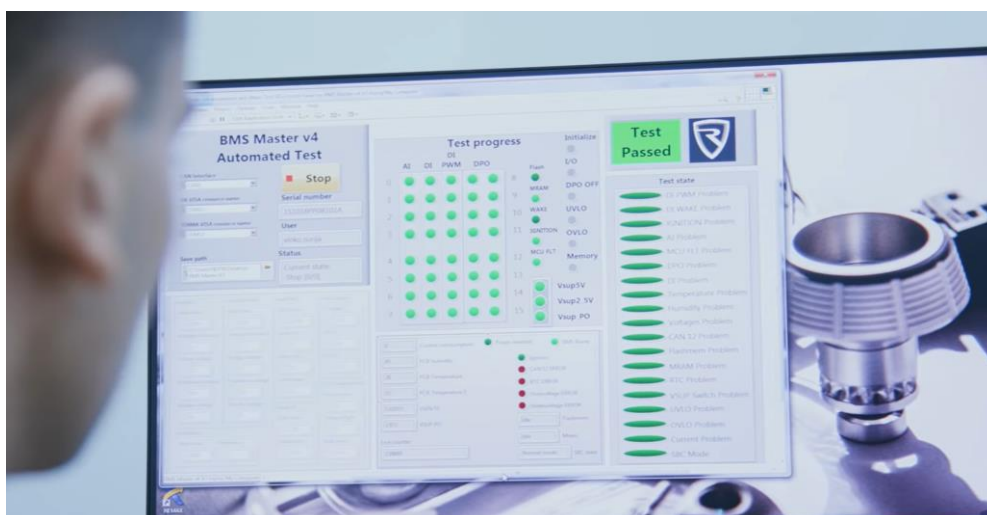
Temeljem simulacija odjel zna kakve gubitke ima motor, te tim ispitivanjem zaposleni u odjelu simulacija, CAE I CDF odjela mjere potrebna hlađenja radi pravilnog hlađenja motora. Gubitci su samo dio informacija, bitne su i karakteristike zakretnog momenta za dinamiku vozila kako bi se simulirala ubrzanja automobila. Iz zahtjeva najviše razine automobila, primjerice ubrzanja od 0 do 60 ili 0 do 200 svodi se na karakteristike suma, pogonskog sklopa, snage motora, mjenjača sve se dotjerava i mijenja ako je potrebno promijeniti neke parametre automobila ili postići određene parametre poput ubrzanja. Cijeli sustav je integriran i vrlo jedinstven, stoga je potrebno imati sve pod istim krovom radi postizanja željenog cilja. [14]

Nakon izrade koda slijedi tim za razvoj infotainment sustava, Tomislav je zadužen za tim koji radi softver za infotainment, softver visoke razine i sustav povezivanja. Tim razvija dio aplikacije za grafiku koju tim za dizajn osmišljava i osposobljava za rad. Infotainment se razvija i za ostale kompanije ne samo za Rimac automobile. Tomislav prikazuje neke od prijašnjih projekata C1, te objašnjava kako infotainment radi. Prikazuje izvedbu vozila, statistike baterije toplinskih i rashladnih sustava, navigacijski sustav u stvarnom vremenu koji omogućuje 3D prikaz okoline, pretraživanje pojmova i sve što vozač očekuje od jednog modernog sustava. [14]



Slika 24. Infotainment sustav modela C1 [14]

Omogućuje potpunu prilagodbu automobila prema vozačevim željama poput raspodjele snage i ostalih kontrola. Cilj infotainmenta je poboljšati performanse sustava za optimizaciju softvera i hardvera u fluidan sustav. Nakon infotainment odjela slijedi laboratorij baterija gdje se testiraju ćelije. Testiranje ćelija vrši se zbog električnih i kemijskih svojstava. Laboratorij baterija pokreće ćelije u različitim okruženjima, temperaturama, nabojeima, brzinama te na taj način matematički modeliraju kemijska i električna svojstva ćelija. [14]



Slika 25. Testiranje baterija [14]

Nakon ciklusa testiranja na različitim temperaturama i brzinama proizvodi se T model koji se koristi za razvoj pokreta baterija i modula. Simulacija performansi ćelija provodi se zbog poboljšanja namjene ćelije u automobilu, ali isti tako simulacije su bitan izvor ulaznih informacija za razvoj baterije. Testiranje baterija šalje informacije inženjeringu baterija koji radi na razvijanju baterija. Tim od 40 inženjera simulira mehanička svojstva baterija, te kako se baterija ponaša pri sudaru. Kada tim dobije informacije o matematičkom modelu i pogonskom ciklusu projekta za kojem je baterija namijenjena, razvijaju vrste metodologija hlađenja baterijskog sustava. [14]

Na red dolazi podatkovni centar u kojem se čuvaju podaci o obavljenim poslovima. Dio podatkovnog centra namijenjen je odjelu za istraživanje razvoja autonomnih vozila. Podatkovni centar pohranjuje tri petabajta memorije podataka, trenutno se proširuje na 15 petabajta podataka.



Slika 26. Računalo za pohranu podataka [14]

6. Zaključak

Tijekom pisanja seminarskog rada, možemo zaključiti koliko je zapravo bitno prilagođavati se trenutnoj situaciji i da se proizvodnja mijenja iz godine u godinu. Proizvodnja nije samo input pretvoriti u output, već i puno drugih radnji koje su povezane uz proizvodnju kao planiranje, organiziranje i sl. Tema seminarskog rada vrlo je opširna i zanimljiva, no i popularna u današnje vrijeme. Električni automobili su naša budućnost, zbog same zaštite okoliša, iako ih ljudi više kupuju radi uštede. Iako mnogi smatraju da su električni automobili vrlo skupi, zapravo se njihova cijena ne razlikuje znatno od benzinske verzije automobila. Problem je taj što industrijska postrojenja za proizvodnju nisu dovoljno kompatibilna za proizvodnju novih modernih električnih vozila. Tada proizvođači gube veliki novac prilikom proizvodnje električnih automobila i stvaraju velike gubitke, stoga podižu cijene kako bi podmirili svoje troškove i to je razlog zašto su električni automobili skuplji od primjerice benzinske verzije automobila. Upravo iz tog razloga iz mjeseca u mjesec se industrija počinje prilagođavati novoj situaciji, te se očekuje kroz nekoliko godina masovna proizvodnja električnih automobila.

Masovna proizvodnja znači i znatno jeftiniji proizvod, stoga će električni automobili biti cjenovno prihvatljivi na tržištu, što će izazvati veliku potražnju električnih automobila, ali i procvat industrije električnih automobila. Iako je i samom seminarskom radu prikazan jedan od najskupljih električnih automobila, zbog njegovih specifikacija, što ga čini najbržim električnim automobilom na svijetu. Ipak sam osvrt dajemo na cjelokupnu proizvodnju.

7. Literatura

- [1] <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=67918> (14.03.2022.)
- [2] <https://www.volkswagen.hr/elektricna-vozila> (14.03.2022.)
- [3] https://th.bing.com/th/id/OIP.eOh_uU7krO-SByoOOPWR1QHAEH?pid=ImgDet&rs=1
- [4] A. Šarić: Upravljanje životnim ciklusom električnog automobila, Diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2019. (14.03.2022.)
- [5] <https://www.volkswagen.hr/elektricna-vozila> (06.11.2021.)
- [6] <https://www.rimac-automobili.com/development> (14.03.2022.)
- [7] <http://dorada.grf.unizg.hr/media/Ak.god.%202014.-2015./Evokacija%20Planiranje-i-upravljanje-Proizvodnjom.pdf> (02.11.2021.)
- [8] <https://www.s-efekt.hr/usluge/laminacija/> (03.11.2021.)
- [9] <https://www.eurotehnika.hr/kategorija-proizvoda/zavarivanje/> (04.11.2021.)
- [10] <https://www.rimac-automobili.com/development/> (03.11.2021.)
- [11] <https://www.youtube.com/watch?v=DEaF3mNy540> (04.11.2021.)
- [12] <https://www.google.hr/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fhr.woenergytech2.com%2Fli-ion-battery%2Fli-ion-battery-cell%2F&psig> (18.03.2022.)
- [13] <https://youtu.be/tc34K9dL8eM> (03.05.2022.)
- [14] <https://youtu.be/gmPjYCn2oyo> (11.05.2022.)

8. Popis slika

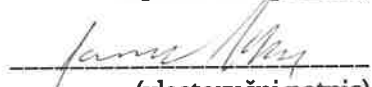
Slika 1. Prikaz proizvodnog procesa [3].....	2
Slika 2. Prikaz tehnološkog procesa [4]	3
Slika 3. Prikaz električnog automobila [6]	5
Slika 4. Vremenski dijagram aktivnosti [4].....	6
Slika 5. Skica dizajna eksterijera [4]	8
Slika 6. Simulacija mjenjača [6].....	11
Slika 7. Simulacija nadzorne ploče [11]	12
Slika 8. Prikaz izrade rasporeda [11].....	13
Slika 9. Ulaz za obradu [11]	13
Slika 10. Prenamjena staro u novo [11].....	14
Slika 11. Šasija modela C1 [11]	14
Slika 12. Kabelski svežanj [11]	15
Slika 13. Ključ za model C2 [11]	15
Slika 14. Baterijska ćelija [12]	16
Slika 15. Odjel za laminaciju [11]	17
Slika 16. Simulacija [13]	18
Slika 17. Simulacija dinamike vozila [13].....	18
Slika 18. Simulacija zračnih jastuka [13]	19
Slika 19. Arhitektura elektronike [13].....	20
Slika 20. Smjernice za izradu automobila [13].....	21
Slika 21. Priručnik za vlasnika automobila [13].....	21
Slika 22. Odjel industrijalizacije [14].....	22
Slika 23. Simulacija mogućnosti motora [14]	23
Slika 24. Infotainment sustav modela C1 [14]	24
Slika 25. Testiranje baterija [14]	24
Slika 26. Računalo za pohranu podataka [14]	25

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MOHIKA JELAVIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROCES PROIZVODNJE ELEKTRIČNOG AUTOMOBILA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.


Student/ica:
(upisati ime i prezime)


(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, MOHIKA JELAVIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROCES PROIZVODNJE ELEKTRIČNOG AUTOMOBILA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)


(vlastoručni potpis)