

Glavna obilježja robnih tokova automobilske industrije

Novosel, Danijel

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:050326>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-14**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DANIJEL NOVOSEL

**GLAVNA OBILJEŽJA ROBNIH TOKOVA AUTOMOBILSKE
INDUSTRIJE**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2024.

Zagreb, 27. svibnja 2024.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**
Predmet: **Robno transportni centri**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 7546

Pristupnik: **Danijel Novosel (0135263804)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Glavna obilježja robnih tokova automobilske industrije**

Opis zadatka:

Rad analizira karakteristike formiranja robnih tokova automobilske industrije. Obuhvaća pregled povijesti te budućnost automobilske industrije. Detaljno su opisane komponente potrebne za proizvodnju vozila s unutarnjim izgaranjem, a isto tako komponente potrebne za proizvodnju električnih automobila. Također, rad obuhvaća glavne proizvođače automobila, a ujedno i najveće tvornice automobila u svijetu. Naglašava se važnost robno-transportnih centara za prihvata automobila poznatih kao RO-RO terminali, s detaljnim opisom najvećih terminala na svijetu. Dodatno su opisani glavni dijelovi električnih automobila te glavni nedostaci istih, proizvodnja i sastavljanje električnih vozila te usporedba između robnih tokova električnih automobila te vozila s unutarnjim izgaranjem.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

doc. dr. sc. Tomislav Rožić

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

GLAVNA OBILJEŽJA ROBNIH TOKOVA AUTOMOBILSKE INDUSTRIJE

THE MAIN CHARACTERISTICS OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY GOODS FLOWS

Mentor: izv. prof. dr. sc. Tomislav Rožić

Student: Danijel Novosel, 0135263804

Zagreb, lipanj 2024.

Sažetak

Rad analizira karakteristike formiranja robnih tokova automobilske industrije. Obuhvaća pregled povijesti te budućnost automobilske industrije. Detaljno su opisane komponente potrebne za proizvodnju vozila s unutarnjim izgaranjem, a isto tako komponente potrebne za proizvodnju električnih automobila. Također, rad obuhvaća glavne proizvođače automobila, a ujedno i najveće tvornice automobila u svijetu. Naglašava se važnost robno-transportnih centara za prihvat automobila poznatih kao RO-RO terminali, s detaljnim opisom najvećih terminala na svijetu. Dodatno su opisani glavni dijelovi električnih automobila te glavni nedostaci istih, proizvodnja i sastavljanje električnih vozila te usporedba između robnih tokova električnih automobila te vozila s unutarnjim izgaranjem.

KLJUČNE RIJEČI: automobilska industrija, formiranje robnih tokova, sirovine, električna vozila, vozila s unutarnjim izgaranjem

Summary

The thesis analyzes the characteristics of the formation of product flows of the automotive industry. It includes an overview of the history and future of the automotive industry. The components required for the production of internal combustion vehicles are described in detail, as well as the components required for the production of electric cars. Also, the thesis includes the main car manufacturers, as well as the largest car factories in the world. The importance of the car handling centers known as RO-RO terminals is emphasized, with a detailed description of the largest terminals in the world. In addition, the main parts of electric cars and their main disadvantages, the production and assembly of electric vehicles and a comparison between the product flows of electric cars and vehicles with internal combustion are described.

KEY WORDS: automotive industry, formation of commodity flows, raw materials, electric vehicles, vehicles with internal combustion

Sadržaj

| | |
|---|-----------|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. POVIJEST AUTOMOBILSKE INDUSTRIJE | 2 |
| 2.1. Povijest automobilske industrije | 3 |
| 2.2. Povijest cestovnog prometa | 4 |
| 3. KARAKTERISTIKE FORMIRANJA ROBNIH TOKOVA AUTOMOBILSKE INDUSTRIJE | 6 |
| 3.1. Upravljanje opskrbnim lancem automobilske industrije | 6 |
| 3.2. Proizvodnja u automobilskoj industriji | 7 |
| 3.3. Logistika i distribucija u automobilskoj industriji | 8 |
| 3.4. Maloprodaja i zastupništvo u automobilskoj industriji | 9 |
| 3.5. Korištenje automobila od strane potrošača | 10 |
| 3.6. Kraj životnog vijeka automobila | 12 |
| 4. KOMPONENTE POTREBNE ZA PROIZVODNJU AUTOMOBILA | 14 |
| 4.1. Čelik u automobilskoj industriji | 14 |
| 4.2. Aluminijski u automobilskoj industriji..... | 17 |
| 4.3. Plastika u automobilskoj industriji | 21 |
| 4.4. Guma u automobilskoj industriji | 26 |
| 5. GLAVNI PROIZVOĐAČI AUTOMOBILA U SVIJETU | 30 |
| 5.1. Volkswagen..... | 30 |
| 5.2. Toyota | 30 |
| 5.3. Stellantis | 31 |
| 5.4. Mercedes-Benz Group..... | 32 |
| 5.5. Ford..... | 33 |
| 5.6. BMW | 34 |
| 5.7. Honda..... | 35 |
| 5.8. General Motors..... | 36 |
| 5.9. SAIC..... | 37 |
| 5.10. FAW..... | 38 |
| 6. NAJVEĆE TVORNICE AUTOMOBILA U SVIJETU | 41 |
| 6.1. Volkswagen u Wolfsburgu u Njemačkoj..... | 41 |
| 6.2. Hyundai u Južnoj Koreji | 42 |
| 6.3. Tesla u Nevadi..... | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 6.4. Mercedes Benz u Sindelfingenu Njemačkoj | 43 |
| 6.5. Toyota u Japanu..... | 44 |
| 7. NAJVEĆI ROBNO-TRANSPORTNI CENTRI ZA PRIHVAT AUTOMOBILA U SVIJETU..... | 46 |
| 7.1. Luka Xuwen..... | 46 |
| 7.2. Luka Zeebrugge..... | 47 |
| 7.3. Luka Baltimore | 48 |
| 7.4. Luka Yokohama..... | 49 |
| 8. ULOGA ELEKTRIČNIH VOZILA U FORMIRANJU ROBNIH TOKOVA | 51 |
| 8.1. Glavni dijelovi električnih automobila | 51 |
| 8.2. Proizvodnja i sastavljanje električnih automobila | 53 |
| 8.3. Usporedba robnih tokova električnih automobila te vozila s unutarnjim izgaranjem . | 55 |
| 8.4. Glavni nedostaci električnih vozila | 56 |
| 9. KOMPONENTE POTREBNE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA | 59 |
| 9.1. Litij za proizvodnju električnih automobila | 59 |
| 9.2. Mangan za proizvodnju električnih automobila..... | 60 |
| 9.3. Kobalt za proizvodnju električnih automobila..... | 61 |
| 9.4. Nikal za proizvodnju električnih automobila | 62 |
| 10. BUDUĆNOST AUTOMOBILSKE INDUSTRIJE | 64 |
| 10.1. Budućnost automobilskih tvornica..... | 64 |
| 10.2. Budućnost cestovnog prometa | 66 |
| 11. VODEĆE KOMPANIJE ZA PROIZVODNJU AUTONOMNIH VOZILA U SVIJETU | 68 |
| 11.1. Tesla, Waymo, Aurora, Cruise, NVIDIA u SAD-u | 68 |
| 11.2. Tvrtka Baidu u Kini | 68 |
| 11.3. BMW, Volkswagen, Mercedes-Benz u Njemačkoj..... | 69 |
| 11.4. Toyota i Honda u Japanu | 69 |
| 12. ZAKLJUČAK..... | 70 |
| LITERATURA..... | 73 |
| POPIS SLIKA | 80 |

1. UVOD

Automobilska industrija itekako se oslanja na logistiku kako bi učinkovito upravljala svojim opskrbnim lancem. Također ima ključnu ulogu u procesu sastavljanja olakšavajući jednostavno kretanje komponenti unutar postrojenja. Nakon što su vozila proizvedena, logistika upravlja distribucijom, prevozeći gotove automobile od tvornica do zastupnika i kupaca. To uključuje i upravljanje isporukom rezervnih dijelova za popravke i održavanje, osiguravajući da se vozila mogu odmah servisirati. Logistika podržava globalnu trgovinu vozilima i dijelovima, omogućujući uvoz i izvoz te pridonoseći međunarodnom dosegu industrije. Napredne tehnologije poput automatizacije i analitike podataka poboljšavaju logističke operacije čineći opskrbni lanac učinkovitijim i pouzdanijim. Općenito, logistika je ključna za kontinuirani protok robe unutar automobilske industrije, od nabave materijala do isporuke gotovih vozila i dijelova na tržište.

Cilj ovog završnog rada je pobliže objasniti karakteristike formiranja robnih tokova automobilske industrije te koja je uloga električnih vozila te vozila s unutarnjim izgaranjem u formiranju robnih tokova. Veza između robnih tokova sirovina i automobila ključna je za automobilsku industriju. Sirovine poput čelika, aluminijske, gume i plastike nabavljaju se i prevoze u proizvodne pogone. Tamo se pretvaraju u automobilske komponente kao što su motori, ploče karoserije i gume. Te se komponente zatim sklapaju u gotove automobile. Na kraju se automobili distribuiraju zastupnicima i kupcima diljem svijeta. Učinkovita logistika osigurava da sirovine i komponente stignu na vrijeme, održavajući nesmetan rad procesa proizvodnje i montaže i podržavajući globalnu distribuciju.

Rad se sastoji od 12 dijelova:

1. Uvod
2. Povijest automobilske industrije
3. Karakteristike formiranja robnih tokova automobilske industrije
4. Komponente potrebne za proizvodnju automobila
5. Glavni proizvođači automobila u svijetu
6. Najveće tvornice u automobila u svijetu
7. Najveći robno-transportni centri za prihvat automobila u svijetu
8. Uloga električnih vozila u formiranju robnih tokova

9. Komponente potrebne za proizvodnju električnih automobila
10. Budućnost automobilske industrije
11. Vodeće kompanije za proizvodnju autonomnih vozila u svijetu

U drugom poglavlju opisana je povijest automobilske industrije te povijest odnosno razvoj cestovnog prometa.

U trećem poglavlju su navedene i objašnjene karakteristike formiranja robnih tokova automobilske industrije.

U četvrtom poglavlju su navedene komponente potrebne za proizvodnju automobila, navedeni su najveći proizvođači u svijetu, izvora iz kojih se dobiva svaka navedena komponenta, način na koji se te komponente isporučuju tvornicama te oblici dostave komponenta tvornicama vozila.

U petom poglavlju su navedeni glavni proizvođači automobila u svijetu, a u šestom poglavlju su navedene najveće tvornice automobila u svijetu.

U sedmom poglavlju su navedeni najveći robno-transportni centri za prihvat automobila u svijetu te je objašnjena njihova uloga u globalnom opskrbnom lancu vozila.

U osmom poglavlju je opisana uloga električnih vozila u formiranju robnih tokova. Nabrojani su glavni dijelovi električnih vozila. Opisana je proizvodnja te sastavljanje električnih automobila. Isto tako je napravljena usporedba robnih tokova električnih vozila te vozila s unutarnjim izgaranjem. Na kraju su nabrojani glavni nedostaci električnih vozila.

U devetom poglavlju su navedene najbitnije komponente koje su potrebne za proizvodnju električnih vozila te su opisani najveći proizvođači tih komponenta u svijetu.

U desetom poglavlju opisana je budućnost automobilske industrije, odnosno budućnost automobilskih tvornica općenito te budućnost cestovnog prometa.

U jedanaestom poglavlju navedene su vodeće kompanije autonomne vožnje u svijetu.

U dvanaestom poglavlju, odnosno u zaključku, su argumentirani, odnosno interpretirani ključni zaključci proizašli iz ovog rada.

2. POVIJEST AUTOMOBILSKE INDUSTRIJE

Povijest automobilskih tvornica obuhvaća put od ručne izrade malog broja vozila do masovne proizvodnje milijuna automobila širom svijeta. Kroz ovaj kontinuirani proces evolucije, automobilske tvornice su se prilagođavale promjenjivim tržištima, tehnološkim inovacijama i zahtjevima potrošača kako bi ostale konkurentne i relevantne u globalnoj automobilskoj industriji. U nastavku je prikazan pregled ključnih događaja u povijesti automobilske industrije te povijest odnosno razvoj cestovnog prometa.

2.1. Povijest automobilske industrije

Rani razvoj (kasno 19. i rano 20. stoljeće): Automobilska industrija započela je s ručnom izradom vozila u malim radionicama u kasnom 19. stoljeću. Karl Benz, Gottlieb Daimler i Henri Ford, razvijali su rane modele automobila i osnivali male tvornice za njihovu proizvodnju [1]. Fordova Tvornica Ford Piquette Avenue u Detroitu, Michigan, bila je jedna od prvih tvornica za serijsku proizvodnju automobila kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1: Jedna od prvih tvornica za serijsku proizvodnju automobila

Izvor: [2] https://www.b92.net/o/automobili/aktuelno?nav_id=1250086

Masovna proizvodnja (prva polovica 20. stoljeća): Henry Ford je revolucionirao proizvodnju automobila uvođenjem proizvodne trake u svojoj tvornici u Highland Parku 1913. Ova je inovacija omogućila masovnu proizvodnju automobila po nižim cijenama, čineći ih dostupnijima široj javnosti. populacija. I drugi proizvođači automobila prihvatili su ovaj proizvodni model, što je dovelo do ekspanzije automobilske industrije [1].

Ratni periodi i postratna obnova (20. stoljeće): Tijekom Prvog i Drugog svjetskog rata, automobilske tvornice preusmjerile su svoju proizvodnju na vojnu opremu, kao što su tenkovi, avioni i kamioni. Nakon rata, automobilska industrija doživjela je procvat zbog potreba za obnovom infrastrukture i povećane potražnje za osobnim vozilima. Tvornice su se modernizirale i proširile kako bi zadovoljile rastuću potražnju [1].

Globalizacija i tržište automobila (kasno 20. i početak 21. stoljeća): Automobilske tvornice proširile su se diljem svijeta kako bi iskoristile jeftinu radnu snagu i smanjile troškove proizvodnje. Tvornice su otvorene u zemljama s nižim troškovima rada, poput Kine, Meksika i Indije. Ovaj trend globalizacije doveo je do integracije lanaca opskrbe i internacionalizacije proizvodnje [1].

Inovacije u proizvodnji (21. stoljeće): U 21. stoljeću, automobilske tvornice su se transformirale kroz primjenu naprednih tehnologija poput robotike, automatizacije, digitalizacije i 3D printanja. Tvornice su postale pametnije i fleksibilnije, omogućujući brzu i učinkovitiju proizvodnju. Također, razvoj električnih i autonomnih vozila potaknuo je tvornice da prilagode svoje proizvodne linije i infrastrukturu kako bi podržale nove tehnologije [1].

Održivost i digitalizacija (suvremeno doba): U suvremenom dobu, automobilske tvornice sve se više fokusiraju na održivost, što uključuje smanjenje emisije, recikliranje otpada i korištenje obnovljivih izvora energije. Također, digitalizacija je postala ključna za optimizaciju proizvodnih procesa, upravljanje lancima opskrbe i poboljšanje kvalitete proizvoda [1].

2.2. Povijest cestovnog prometa

Automobil je motorno vozilo na vlastiti pogon koji je namijenjen za prijevoz putnika po kopnu. Uglavnom ima četiri kotača i motor s unutarnjim izgaranjem. Automobil je jedna od najuniverzalnijih modernih tehnologija koju proizvodi jedna od najvećih svjetskih industrija. U 2022. godini u svijetu je bilo proizvedeno više od 85 milijuna novih automobila [3].

Tehnički te znanstveni sastavni dijelovi automobila idu i nekoliko stotina godina unatrag. U kasnim 1600-ima, nizozemski znanstvenik Christiaan Huygens je izumio vrstu motora s unutarnjim izgaranjem koji je pokretao barut [3].

Takozvana „kočija bez konja“ u svom modernom obliku je razvijena krajem 19. stoljeća. U to vrijeme nije bilo baš najjasnije koji će od tri izvora goriva postati komercijalno najuspješniji: električna energija, para ili benzin. Automobili koji su bili pokretani parnim strojem su mogli ići relativno velikim brzinama, ali problem je bio u tome što su imali mali domet te su bili nezgodni za pokretanje. S druge strane, električni automobili na baterije su imali 38% udjela u automobilskom tržištu SAD-a 1900. godine, ali su isto tako imali relativno ograničen domet te je bilo teško naći stanice za punjenje električnih vozila [3].

Na natjecanju je na kraju pobijedio automobil na benzinski pogon. Do 1920. godine je prevladavao na ulicama te sporednim cestama SAD-a te Europe. Metode proizvodnje koje je uveo poznati američki proizvođač automobila Henry Ford su revolucionirale industrijsku proizvodnju [3]. Ford je bio prvi koji je instalirao pokretne trake u svojoj tvornici kako bi time ubrzao proizvodnju. Te su tehnike smanjivale cijenu Fordovog modela T koji je prikazan na slici 2, sve dok nije postao pristupačan većini obitelji srednje klase.

Dok je 20. stoljeće napredovalo, moderni život se činio nezgodan i nezamisliv bez pristupa automobilu. U današnje vrijeme stanovništvo SAD-a u prosjeku svake godine vozi više od 4,8 bilijuna kilometara [3].



Slika 2: Fordov model T

Izvor: [4] <https://www.britannica.com/technology/Model-T>

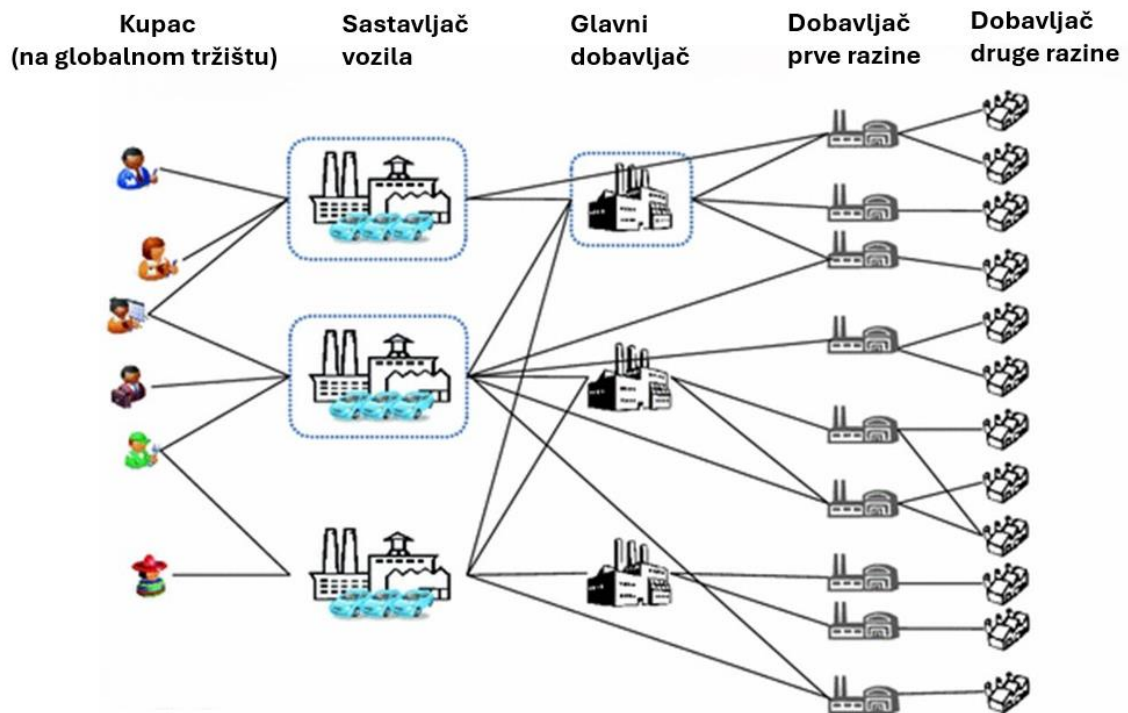
3. KARAKTERISTIKE FORMIRANJA ROBNIH TOKOVA AUTOMOBILSKE INDUSTRIJE

Sveobuhvatni pogled na glavna obilježja robnih tokova u automobilskoj industriji naglašava komplicirane procese uključene u proizvodnji vozila od sirovina do kraja njegovog životnog ciklusa. Bitno je napomenuti da je protok informacija prisutan u svakom procesu. Napredni informacijski sustavi pružaju preglednost u cijelom lancu opskrbe u stvarnom vremenu, omogućujući učinkovitu koordinaciju i brz odgovor na promjene ili smetnje. Također, precizno predviđanje potražnje pomaže proizvođačima i dobavljačima optimizirati proizvodne rasporede i razine zaliha. Isto tako, učinkovita komunikacija između svih sudionika je ključna. To uključuje potvrde narudžbi, obavijesti o otpremi i ažuriranja o statusu proizvodnje. U nastavku su nabrojani i detaljno objašnjeni svi neophodni procesi robnih tokova automobilske industrije.

3.1. Upravljanje opskrbnim lancem automobilske industrije

Upravljanje lancem opskrbe u automobilskoj industriji je dinamičan i kompliciran proces koji upravlja kretanjem materijala, komponenti i gotovih proizvoda kroz cijelu proizvodnu i distribucijsku mrežu. Opskrbni lanac automobilskog sektora obilježen je globaliziranim mrežama, s proizvođačima koji surađuju s dobavljačima, a ti isti dobavljači imaju također svoje dobavljače kako bi nabavili sirovine i komponente, kao što je prikazano slikom 3. Naglasak na zalihama točno na vrijeme i fleksibilnim proizvodnim sustavima osigurava se pojednostavljena proizvodnja. Logistika i prijevoz igraju ključnu ulogu, koristeći intermodalne pristupe za učinkovito kretanje robe. Tehnologije praćenja u stvarnom vremenu, kao što su GPS i RFID, poboljšavaju vidljivost u lancu opskrbe. Integracija digitalnih tehnologija, uključujući ERP sustave, poboljšava protok informacija, transparentnost i donošenje odluka. Ekološka održivost sve je integralniji aspekt, s fokusom na prakse zelenog opskrbnog lanca, načela kružnog gospodarstva i usklađenost s regulatornim standardima. Kontinuirano poboljšanje, ukorijenjeno u Kaizen filozofiji, uključuje petlje povratnih informacija, uspoređivanje performansi i planiranje scenarija. Strategije upravljanja rizikom, uključujući prakse otpornog opskrbnog lanca i strateško gomilanje zaliha, imaju za cilj ublažiti utjecaj potencijalnih poremećaja. Upravljanje opskrbnim lancem ključna je karakteristika tokova

proizvoda automobilske industrije, utjelovljujući složenu i međusobno povezanu mrežu procesa koji se protežu od nabave sirovina do isporuke gotovih vozila potrošačima [5].



Slika 3: Opskrbni lanac automobilske industrije

Izvor: [6] <https://link.springer.com/article/10.1007/s10696-011-9082-7>

3.2. Proizvodnja u automobilskoj industriji

Proizvodnja u automobilskoj industriji je sofisticiran i visoko automatiziran proces koji uključuje sastavljanje različitih komponenti u gotova vozila, kao što je prikazano slikom 4. Proces počinje dolaskom sirovina, uključujući metale poput čelika i aluminija, plastike, gume i elektroničke komponente. Ovi materijali potječu iz globalne mreže dobavljača. Nakon primitka, proces sastavljanja odvija se na naprednim proizvodnim linijama, gdje robotske ruke i precizni strojevi rade zajedno kako bi sastavili različite komponente vozila. Proizvodni proces često slijedi načela ekonomične proizvodnje, s ciljem smanjivanja otpada, optimizacije učinkovitosti i osiguravanja proizvodnje točno na vrijeme. Podsklapanje je uobičajena praksa, gdje se određene komponente unaprijed sastavljaju odvojeno prije integracije u glavnu montažnu liniju. To može uključivati sastavljanje motora, prijenosa ili drugih glavnih modula.

Kontrola kvalitete je najvažniji faktor u cijelom procesu proizvodnje. Stroge stanice za testiranje integrirane su u proizvodnu liniju kako bi se osiguralo da svako vozilo zadovoljava stroge standarde sigurnosti i performansi. Koriste se razne metodologije kontinuiranog poboljšanja koje služe za poboljšanje kvalitete i učinkovitosti proizvodnje. Faza proizvodnje proteže se dalje od sastavljanja vozila i uključuje proizvodnju rezervnih dijelova i komponenti koje doprinose automobilskom tržištu rezervnih dijelova. Ovi su dijelovi bitni su za održavanje i popravke tijekom faze potrošačke upotrebe u životnom ciklusu proizvoda [7].



Slika 4: Početak proizvodnje automobila

Izvor: [8] <https://u.osu.edu/carcommoditychain/starting-from-scratch-2/>

3.3. Logistika i distribucija u automobilskoj industriji

Logistika i distribucija u automobilskoj industriji čine ključnu kariku u tokovima proizvoda, upravljajući kretanjem vozila i komponenti od proizvodnih pogona do krajnjih korisnika. Proces uključuje skladištenje, prijevoz i stratešku distribuciju. Skladištenje služi kao ključni element, obuhvaća skladišne prostore u kojima se drže gotova vozila i komponente prije distribucije. Ova skladišta mogu usvojiti napredne automatizirane sustave za učinkovito upravljanje zalihama, osiguravajući pravovremenu dostupnost proizvoda za distribuciju. Prijevoz također ima ključnu ulogu, koristeći različite načine prijevoza kao što su cestovna teretna vozila, željeznička vozila i brodovi za premještanje robe kroz opskrbni lanac, kao što je prikazano slikom 5. Optimizacija prijevoznih ruta, često olakšana naprednim algoritmima za

usmjeravanje, povećava učinkovitost i smanjuje troškove. Intermodalni prijevoz, uobičajena praksa u automobilske industriji, uključuje koordinirano korištenje više načina prijevoza za najučinkovitije i najisplativije kretanje robe. Tehnologije praćenja u stvarnom vremenu, uključujući GPS i RFID, pružaju pregled statusa i lokacije pošiljaka. Strategije distribucije se razlikuju, a vozila se često šalju u regionalne distribucijske centre prije nego što dođu do pojedinačnih zastupstava. Proizvođači surađuju s pružateljima logističkih usluga kako bi sinkronizirali isporuke, osiguravajući pravovremenu isporuku i minimalizirajući vrijeme isporuke. Fazu logistike i distribucije karakterizira fokus na učinkovitost, pravovremenu isporuku i strateško postavljanje zaliha kako bi se zadovoljila potražnja potrošača. Zajednički napori s logističkim partnerima i integracija naprednih tehnologija pridonose besprijekornom protoku proizvoda kroz opskrbni lanac [9].



Slika 5: Prijevoz gotovih automobila RO-RO brodovima
Izvor: [10] <https://www.uship.com/guides/how-are-cars-shipped/>

3.4. Maloprodaja i zastupništvo u automobilske industriji

Maloprodaja i zastupstva predstavljaju prvu liniju tokova proizvoda automobilske industrije, gdje se gotova vozila predstavljaju potrošačima i gdje se pružaju razne usluge, kao što je prikazano slikom 6. Distribucija do zastupništava kritična je komponenta, koja uključuje otpremu gotovih vozila iz proizvodnih pogona ili regionalnih distribucijskih centara do

pojedinačnih zastupstava. Proizvođači često dodjeljuju određene količine i modele svakom zastupstvu na temelju predviđanja potražnje. Upravljanje zalihama ključno je pitanje za zastupstva. Napredni sustavi praćenja, uključujući RFID i tehnologije barkodova, koriste se za praćenje inventara vozila i rezervnih dijelova u stvarnom vremenu. Alati za analizu podataka i predviđanje pomažu u optimiziranju razine zaliha i poboljšanju obrtaja zaliha. Proces prodaje obuhvaća različite faze, od marketinga i oglašavanja do iskustva u izložbenom prostoru. Digitalne transformacije su očite, s virtualnim izložbenim prostorima, mrežnim konfiguratorima i drugim tehnologijama koje poboljšavaju korisničko iskustvo. Sustavi za upravljanje odnosima s kupcima pomažu zastupnicima da prate interakcije s kupcima, preferencije i pojednostave proces prodaje. Nakon prodaje, zastupstva nastavljaju igrati ulogu u protoku proizvoda kroz održavanje i popravke. Poslije tržišnih rezervnih dijelova i pribora značajan je aspekt koji podržava tekuće održavanje i prilagodbu vozila. Maloprodaju i zastupstvo u automobilskoj industriji karakteriziraju strateška distribucija vozila na pojedinačna prodajna mjesta, napredne prakse upravljanja zalihama, digitalne inovacije u prodajnom procesu i stalna uloga u podršci održavanju vozila i prilagodbi nakon prodaje [11].



Slika 6: Kupnja novog automobila

Izvor: [12] <https://www.businessinsider.com/car-dealerships-shopping-inventory-prices-incentives-2023-1>

3.5. Korištenje automobila od strane potrošača

Potrošačka uporaba u automobilskoj industriji predstavlja fazu u kojoj krajnji korisnici, nakon što su kupili vozila od zastupništva, aktivno sudjeluju i koriste proizvode, kao što je prikazano slikom 7. Ova faza uključuje različite aspekte vezane uz vlasništvo i korištenje vozila. Najprije kupci nabavljaju vozila preko zastupništava, odabirući se na temelju osobnih preferencija, potreba i razmatranja proračuna. Proces kupnje može uključivati opcije financiranja, leasing ili izravnu kupnju. Zatim, iskustvo vlasništva obuhvaća razdoblje tijekom kojeg kupci voze i održavaju svoja vozila. To uključuje rutinske aktivnosti kao što su punjenje gorivom, redovito održavanje i pridržavanje preporučenih rasporeda servisa. Značajan aspekt potrošačke upotrebe uključuje tekuće održavanje i popravak vozila. Potrošači pristupaju ovlaštenim servisnim centrima, neovisnim mehaničarima ili sami obavljaju neke poslove održavanja. Automobilsko naknadno tržište igra ključnu ulogu u opskrbi rezervnim dijelovima i priborom za popravke i prilagođavanje [13].

Napredak tehnologije uveo je telematiku i značajke povezanog automobila. Vozila opremljena ovim tehnologijama daju podatke u stvarnom vremenu o performansama, obrascima korištenja i potrebama održavanja. To olakšava proaktivno održavanje, poboljšavajući ukupnu pouzdanost i učinkovitost. Potrošači često personaliziraju svoja vozila naknadnim izmjenama. To uključuje dodavanje dodataka, nadogradnju izvedbenih dijelova ili primjenu kozmetičkih promjena u skladu s individualnim željama. Industrija naknadnog tržišta podržava ove napore prilagodbe. Na kraju životnog ciklusa vozila, potrošači mogu odlučiti prodati ili zamijeniti svoja vozila. Vrijednost pri preprodaji značajno je razmatranje, a neki potrošači sudjeluju na tržištu rabljenih automobila. Faza prestanka uporabe uključuje odgovorno zbrinjavanje ili recikliranje vozila, pridonoseći održivosti okoliša. Korištenje potrošača u automobilskoj industriji obuhvaća cijeli životni ciklus vlasništva vozila, od početne kupnje preko rutinskog održavanja, potencijalne prilagodbe i eventualne preprodaje ili zbrinjavanja. Odražava stalnu interakciju između potrošača i njihovih vozila, uz napredak u tehnologiji koji poboljšava cjelokupno iskustvo vlasništva [13].



Slika 7: Korištenje automobila

Izvor: [14] <https://www.explore.com/1471614/packing-hacks-road-trip-with-pets/>

3.6. Kraj životnog vijeka automobila

Faza na kraju životnog vijeka u automobilskoj industriji uključuje odgovorno zbrinjavanje, recikliranje i ekološka pitanja povezana s vozilima koja su dosegla kraj svog životnog vijeka, kao što je prikazano slikom 8. Ova je faza sastavni dio održive prakse i smanjenja utjecaja automobilskih proizvoda na okoliš. Na kraju životnog vijeka vozilo se podvrgava rastavljanju, pri čemu se sustavno rastavljaju različite komponente i materijali. Ovaj proces uključuje uklanjanje tekućina, poput ulja i rashladne tekućine, te odvajanje vrijednih komponenti za recikliranje. Napredne tehnologije koriste se za odvajanje materijala kao što su metali, plastika, staklo i guma. Ovaj korak osigurava da se materijali koji se mogu reciklirati mogu ponovno preraditi za upotrebu u novim proizvodima. Prije recikliranja, vozila se podvrgavaju dezinfekciji radi uklanjanja opasnih materijala. To uključuje ispuštanje tekućina, hvatanje i obradu štetnih tvari te osiguravanje usklađenosti s propisima o zaštiti okoliša. Postrojenja za recikliranje obrađuju različite materijale pomoću specijaliziranih procesa. Metali poput čelika i aluminija se tope i ponovno koriste. Plastika se može ponovno preraditi u nove komponente ili druge proizvode. Guma iz guma može se koristiti u raznim primjenama, uključujući asfalt. Neki proizvođači automobila prihvaćaju zatvorenu petlju recikliranja, gdje se materijali poput aluminija i čelika recikliraju i ponovno uvode u proizvodni proces. Ovaj pristup kružnom gospodarstvu promiče održivost smanjujući potrebu za novim sirovinama.

Prakse na kraju životnog vijeka imaju za cilj minimizirati utjecaj automobilskih proizvoda na okoliš. To uključuje smanjenje otpada na odlagalištima, smanjenje potrošnje energije u procesima recikliranja i poštivanje strogih ekoloških propisa [15].



Slika 8: Kraj životnog vijeka automobila

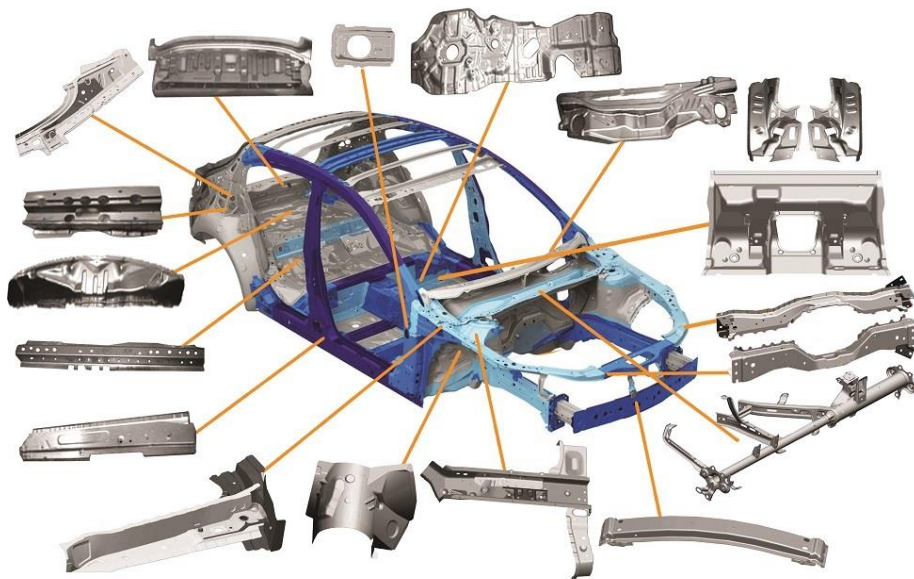
Izvor: [15] <https://earth911.com/travel-living/automotive-recycling-car-end-life/>

4. KOMPONENTE POTREBNE ZA PROIZVODNJU AUTOMOBILA

Automobilska industrija koristi različite sirovine za proizvodnju, a glavne sirovine za proizvodnju automobila su čelik, aluminij, plastika i guma.

4.1. Čelik u automobilskoj industriji

Čelik je kritičan materijal u automobilskoj industriji, a razne komponente i dijelovi vozila izrađuju se od čelika zbog njegove čvrstoće, izdržljivosti i pristupačnosti. U prosjeku, čelik čini oko 55-65% težine prosječnog vozila, iako to može varirati ovisno o vrsti vozila i njegovim konstrukcijskim specifikacijama [16]. Čelik se koristi za izradu šasije i karoserije automobila, uključujući krov, ploče vrata i grede između vrata kao što je prikazano na slici 9.



Slika 9: Čelični dijelovi automobila

Izvor: [17] <https://procon.com.pk/sheet-metal-body-parts/>

Čelik koji se koristi u automobilskoj industriji može se dobiti iz različitih izvora kao što su sami dobavljači čelika, iz čeličana ili pak iz recikliranog čelika. Proizvođači automobila često nabavljaju čelik izravno iz čeličana kao što je prikazano na slici 10, gdje čelik koristeći visoke peći prolazi kroz procese gdje se željezna ruda topi s ugljikom i drugim legurama za proizvodnju različitih klasa čelika. Također, mnogi proizvođači automobila surađuju s dobavljačima čelika koji im daju posebne kvalitete i vrste čelika potrebne za njihova vozila. Ovi dobavljači mogu

ponuditi prilagođena rješenja za čelik prilagođena zahtjevima proizvođača. Osim novoproducenog čelika, proizvođači automobila također koriste reciklirani čelik u proizvodnji vozila. Reciklirani čelik, dobiven iz otpadnih vozila ili drugih izvora, prolazi kroz obradu kako bi se uklonile nečistoće i zatim se koristi za proizvodnju novih automobilskih komponenti [16].



Slika 10: Čeličane za proizvodnju čelika

Izvor: [18] <https://www.steel.org/steel-technology/steel-production/>

Čelične komponente koje se isporučuju tvornicama vozila razlikuju se ovisno o vrsti vozila koje se proizvodi i njegovim specifikacijama dizajna. Međutim, neke uobičajene čelične komponente koje se koriste u proizvodnji vozila uključuju razne panele karoserije gdje se čelični limovi koriste za izradu vrata, poklopca motora, bokobrana, krovova i poklopca prtljažnika. Ovi paneli su utisnuti, oblikovani i zavareni zajedno kako bi stvorili vanjsku školjku vozila [16].

Zatim, šasija i okvir vozila su obično izrađene od čelika visoke čvrstoće. Ove komponente daju vozilu krutost, stabilnost i otpornost na udarce. Isto tako mnoge komponente ovjesa, kao što su upravljačke poluge, podupirači i opruge, izrađene su od čelika. Ove komponente podupiru težinu vozila, apsorbiraju udarce na cesti i pružaju upravljivost i stabilnost [16].

Također, razni dijelovi motora i prijenosa, uključujući blokove cilindra, radilice i mjenjače, isto su izrađeni od čelika. Ove komponente zahtijevaju visoku čvrstoću i izdržljivost

kako bi izdržale sile i temperature koje stvara motor. Isto tako čelik se koristi u proizvodnji sigurnosnih komponenti kao što su ojačane grede vrata, šipke za bočne udare i strukture za zaštitu od prevrtanja. Ove komponente povećavaju otpornost vozila na sudar i zaštitu putnika [16].

Zatim, ispušni sustavi, uključujući ispušne grane, cijevi i prigušivače, često su izrađeni od čelika zbog njegove otpornosti na toplinu i koroziju te komponente interijera kao što su okviri sjedala, struktura armaturne ploče i potporni nosači. Ove komponente pružaju strukturnu potporu i izdržljivost unutarnjih sklopova [16].

Dobavljači dostavljaju ove čelične komponente tvornicama vozila u različitim oblicima. To uključuje utisnute limove, kovane dijelove, lijevane dijelove i montažne sklopove. Kod utisnutih limova, čelični limovi se utiskuju u različite oblike pomoću hidrauličkih ili mehaničkih preša. Ove otisnute komponente se zatim zavaruju ili sastavljaju kako bi se stvorili veći sklopovi [16].

Neke komponente, kao što su dijelovi motora i komponente ovjesa, proizvode se procesima kovanja. Kovanje uključuje oblikovanje zagrijanih čeličnih trupaca pod visokim pritiskom kako bi se postigao željeni oblik i čvrstoća [16].

Za razliku od kovanih dijelova te utisnih limova, određene komponente, poput blokova motora i kućišta mjenjača, proizvode se procesima lijevanja. Rastaljeni čelik se ulijeva u kalupe i ostavlja da se skrutne, formirajući željeni oblik komponente [16].

Kod montažnih sklopova, neki dobavljači daju gotove sklopove ili module, gdje se više čeličnih komponenti sastavlja izvan mjesta i isporučuje u tvornicu vozila kao jedna cjelina. To smanjuje vrijeme sklapanja i složenost u tvornici [16].

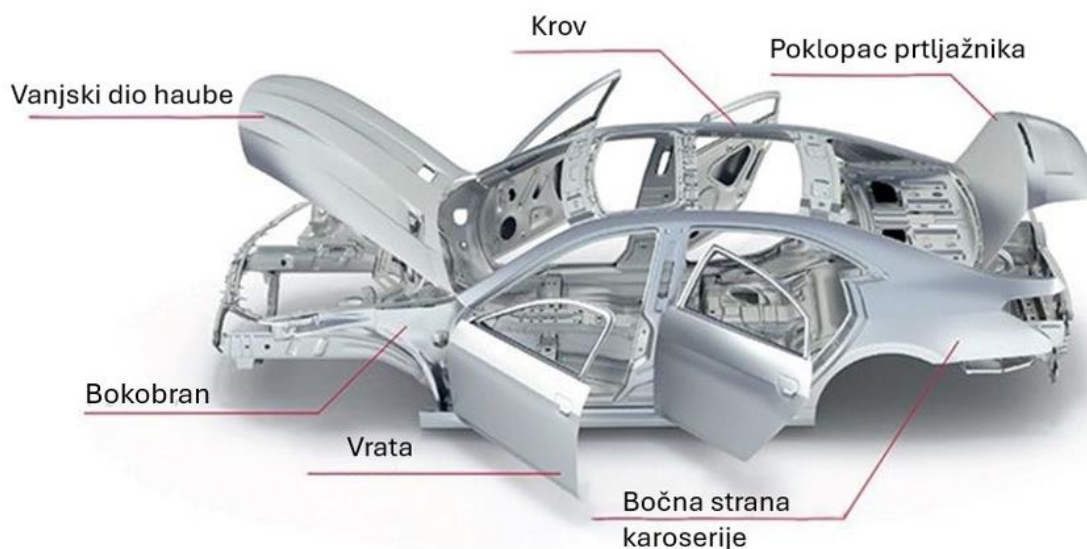
Na svjetskoj razini se godišnje proizvede više od 1600 milijuna metričkih tona čelika. Iako je proizvodnja globalna, većina proizvodnje premjestila se iz zapadnih država prema istoku Azije. Kina godišnje proizvede 808.4 milijuna tona čelika, a prate ju Japan (104.8 milijuna), Indija (95.6 milijuna), SAD (78.5 milijuna), Rusija (70.8 milijuna), Južna Koreja (68.8 milijuna), Njemačka (42.1 milijun), Turska (33.2 milijuna), Brazil (31.3 milijuna) i Ukrajina (24.2 milijuna) [19]. Slikom 11 prikazane su države koje prevladavaju u proizvodnji čelika.



Slika 11: Najveći proizvođači čelika u svijetu
 Izvor: [19] <https://commodity.com/precious-metals/steel/>

4.2. Aluminij u automobilske industriji

Aluminij je bitan materijal u automobilske industriji jer je lagan, otporan na koroziju te ga se može reciklirati, a to sve ga čini idealnim za različite industrije, uključujući i automobilske. Koristi se u proizvodnji karoserija i pojedinih dijelova motora, s obzirom da je lakši od čelika, doprinosi smanjenju mase vozila i smanjuje potrošnju goriva, kao što je prikazano slikom 12. U prosjeku, aluminijski dijelovi čine otprilike 10-15% težine prosječnog vozila, iako to može varirati ovisno o vrsti i dizajnu vozila [20].



Slika 12: Aluminijski dijelovi automobila

Izvor: [21] <https://www.linkedin.com/pulse/what-aluminum-alloys-used-cars-dolly-gao/>

Aluminijski dijelovi koji se koriste u automobilskoj industriji dobivaju se iz različitih izvora kao što su sami proizvođači te dobavljači aluminijske, tvrtke za lijevanje i kovanje, reciklirani aluminijski te ekstruderi odnosno vrsta stroja koja služi za proizvodnju raznovrsnih profila pojedinih dijelova [20].

Proizvođači automobila često nabavljaju aluminijski izravno od dobavljača aluminijske. Ovi dobavljači proizvode aluminijski procesima kao što su elektroliza ili taljenje boksitne rude za ekstrakciju metalnog aluminijske. Dobavljači aluminijske nude različite vrste i oblike aluminijske prilagođene zahtjevima automobilske industrije [20].

Neki aluminijski dijelovi, kao što su ekstrudirani profili za okvire prozora ili strukturne komponente, dobivaju se od ekstrudera i proizvođača. Te su tvrtke specijalizirane za oblikovanje aluminijske u specifične profile i oblike pomoću procesa poput ekstruzije ili strojne obrade [20].

Tvrtke za lijevanje i kovanje aluminijske opskrbljuju proizvođače automobila složenim aluminijskim komponentama kao što su blokovi motora, kućišta prijenosa ili komponente ovjesa [20]. Ove tvrtke koriste postupke lijevanja ili kovanja za proizvodnju dijelova s preciznim geometrijama i mehaničkim svojstvima, kao što je prikazano slikom 13.



Slika 13: Primjer tvrtke za lijevanje kao izvor aluminija
Izvor: [22] <https://precisecast.com/aluminum-casting-company/>

Osim novoproducenog aluminija, proizvođači automobila također koriste reciklirani aluminij u proizvodnji vozila. Reciklirani aluminij, dobiven iz metalnog otpada ili otpadnih vozila, prolazi kroz obradu kako bi se uklonile nečistoće i zatim se koristi za proizvodnju novih automobilskih komponenti [20].

Aluminijske komponente koje se isporučuju tvornicama vozila su uglavnom komponente motora, prijenosa, ovjesa i šasije, tijelo i strukturne komponente te komponente upravljanja toplinom [23].

Kod motornih komponentata tu spadaju blokovi motora, glave cilindara te usisne grane. Aluminijski blokovi motora su lagani i nude izvrsnu toplinsku vodljivost. Oni čine temelj za sklop motora i u njima se nalaze cilindri, klipovi i radilica. Aluminijske glave cilindara lakše su od glave cilindara lijevanog željeza i doprinose poboljšanim performansama motora i učinkovitosti goriva. Aluminijske usisne grane distribuiraju zrak u cilindre motora. Lagane su i pružaju nesmetan protok zraka za optimalne performanse motora [23].

Što se tiče prijenosnih komponentata, tu spada kućište mjenjača. Aluminijska kućišta mjenjača doprinose smanjenju ukupne težine vozila. Slično blokovima motora, kućišta mjenjača izrađena od aluminija nude lagano i izdržljivo kućište za komponente prijenosa [23].

Kod šasije i ovjesa tu spadaju upravljačke poluge, podokvir te poluge ovjesa. Aluminijske kontrolne ruke su lagane, ali snažne, što pridonosi poboljšanom upravljanju i kvaliteti vožnje. Aluminijski podokviri pružaju strukturnu potporu komponentama ovjesa vozila dok istovremeno smanjuju ukupnu težinu. Komponente kao što su spone i poluge ovjesa često su izrađene od aluminijske kako bi se smanjila težina bez opruge i poboljšao odziv [23].

Što se tiče tijela i strukturnih komponenta, tu spadaju paneli karoserije, strukturna pojačanja te ekstrudirani profili. Aluminijski paneli karoserije, kao što su vrata, poklopci motora i poklopci prtljažnika, nude uštedu težine uz zadržavanje čvrstoće i izdržljivosti. Također, aluminij se koristi u strukturalnim ojačanjima, kao što su krovne šine i podne ploče, kako bi se povećala krutost i otpornost na sudar. Ekstrudirani aluminijski profili koriste se za razne strukturalne i estetske svrhe, kao što su okviri prozora, krovne šine i pojačanja šasije [23].

Kod komponenta upravljanja toplinom spadaju hladnjaci te upravljanje topline. Aluminijski radijatori učinkovito odvođuju toplinu iz rashladne tekućine motora, doprinoseći performansama hlađenja motora. Komponente poput međuhladnjaka i hladnjaka ulja često su izrađene od aluminijske zbog svoje toplinske vodljivosti i laganih svojstava [23].

Dobavljači dostavljaju ove aluminijske komponente tvornicama vozila u različitim oblicima kao što su odljevci, ekstruzije, strojno obrađeni dijelovi te različiti sklopovi. Mnoge aluminijske komponente proizvode se procesima lijevanja, gdje se rastaljeni aluminij ulijeva u kalupe i ostavlja da se skrutne. Neke komponente, kao što su ekstrudirani profili, formiraju se propuštanjem zagrijanog aluminijske kroz matricu kako bi se stvorio željeni oblik. Određene komponente zahtijevaju strojnu obradu od čvrstih aluminijskih trupaca kako bi se postigle precizne dimenzije i geometrije. Dobavljači mogu osigurati unaprijed sklopljene aluminijske module ili podkomponente, smanjujući vrijeme sklapanja i složenost u tvornici vozila [23].

Na svjetskoj razini se godišnje proizvede oko 60 milijuna metričkih tona aluminijske. Najveću količinu aluminijske proizvodi Kina, 31.4 milijuna metričkih tona. Prate ju Rusija (3.58 milijuna), Kanada (3.25 milijuna), Indija (2.75 milijuna), UAE (2.4 milijuna), Australija (1.68 milijuna), Norveška (1.23 milijuna), Bahrein (970 tisuća), SAD (840 tisuća) i Island (800 tisuća) [24]. Slikom 14 prikazane su države koje prevladavaju u proizvodnji aluminijske.

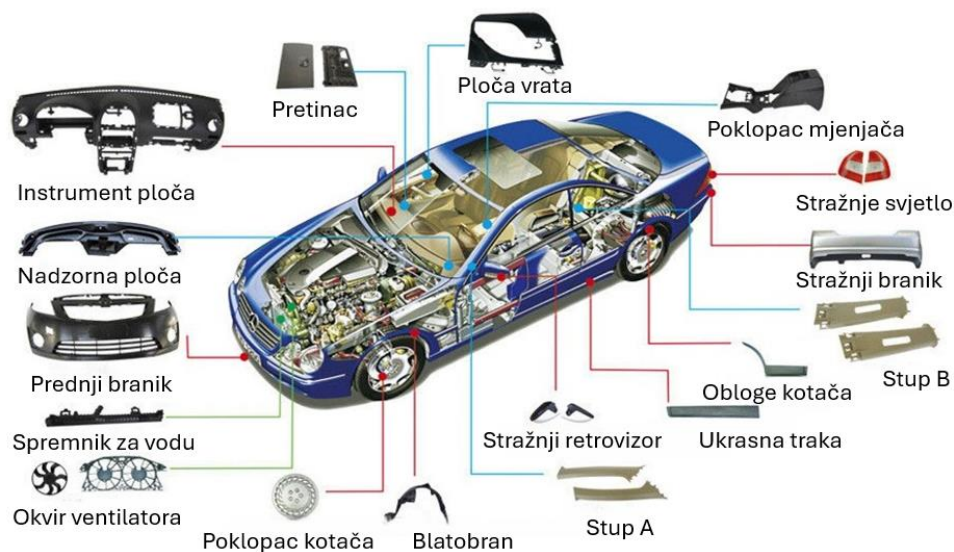


Slika 14: Najveći proizvođači aluminija u svijetu

Izvor: [24] <https://commodity.com/precious-metals/aluminium/>

4.3. Plastika u automobilskoj industriji

Plastični dijelovi naširoko se koriste u automobilskoj industriji zbog svoje svestranosti, male težine i isplativosti, kao što je prikazano slikom 15. U prosjeku plastični dijelovi čine otprilike 10-15% težine prosječnog vozila, iako to može varirati ovisno o vrsti i dizajnu vozila isto kao i kod čelika i aluminija.



Slika 15: Plastični dijelovi automobila

Izvor: [25] <https://www.hollyplasticparts.com/solution/automotive-plastic-injection-molding/>

Plastični dijelovi koji se koriste u automobilskoj industriji dobivaju se iz različitih izvora, uključujući: dobavljači plastike, tvrtke za injekcijsko prešanje, tvrtke koje se bave ekstruzijom, tvrtke za puhanje, tvrtke za termooblikovanje te dobavljači reciklirane plastike [26].

Proizvođači automobila često nabavljaju plastične materijale izravno od dobavljača plastike. Ovi dobavljači nude širok raspon plastičnih smola, kao što su polietilen, polipropilen, polikarbonat i razne inženjerske plastike. Ove smole se isporučuju u obliku peleta, granula ili listova i prilagođene su za ispunjavanje specifičnih zahtjeva automobilske primjene. Brizganje je uobičajeni proizvodni proces koji se koristi za proizvodnju plastičnih automobilskih dijelova [26].

Tvrtke za injekcijsko prešanje specijalizirane su za oblikovanje plastičnih smola u složene oblike i dizajne pomoću kalupa i strojeva za injekcijsko prešanje. Te tvrtke proizvode širok raspon plastičnih komponenti, uključujući unutarnje obloge, vanjske ploče karoserije i funkcionalne dijelove. Ekstruzija je još jedan proizvodni proces koji se koristi za proizvodnju plastičnih dijelova s kontinuiranim poprečnim presjekom, kao što su cijevi, cijevi i profili [26].

Tvrtke za ekstruziju opskrbljuju proizvođače automobila plastičnim ekstruzijama koje se koriste u raznim primjenama, kao što su gumene trake, brtve i komponente ukrasa [26].

Puhanje se koristi za proizvodnju šupljih plastičnih dijelova, kao što su boce, spremnici i kanali. Neke automobilske komponente, kao što su kanali za usis zraka, spremnici tekućine i spremnici goriva, proizvode se pomoću procesa puhanja. Tvrtke za puhanje opskrbljuju ove komponente proizvođačima automobila [26].

Termooblikovanje je proces koji se koristi za proizvodnju plastičnih dijelova zagrijavanjem plastične ploče i oblikovanjem preko kalupa [26]. Tvrtke za termooblikovanje opskrbljuju proizvođače automobila plastičnim komponentama, kao što su unutarnje ploče, komponente nadzorne ploče i vanjski ukrasi, kao što je prikazano slikom 16.



Slika 16: Prikaz termooblikovanja kao proces proizvodnje plastike
Izvor: [27] <https://plastic-domes-spheres.com/plastic-thermoforming/>

Osim novoprodučenih plastičnih materijala, proizvođači automobila također koriste recikliranu plastiku u proizvodnji vozila. Reciklirana plastika, dobivena iz post-potrošačkih ili post-industrijskih izvora, prolazi kroz obradu kako bi se uklonile nečistoće i zatim se koristi za proizvodnju novih automobilskih komponenti [26].

Plastične komponente koje se isporučuju tvornicama vozila obuhvaćaju širok raspon dijelova koji služe različitim funkcijama unutar vozila, a mogu se podijeliti na unutarnje komponente, vanjske komponente, funkcionalne komponente te električne i elektroničke komponente [26].

Unutarnje komponente se uglavnom sastoje od komponenti nadzorne ploče, sjedala te panela za vrata. Plastika se intenzivno koristi u komponentama nadzorne ploče kao što su ploče s instrumentima, ventilacijski otvori i vrata pretinca za rukavice. Te se komponente obično proizvode pomoću procesa injekcijskog prešanja ili termooblikovanja. Plastični dijelovi se koriste u komponentama sjedala kao što su nasloni sjedala, ukrasne ploče i regulatori sjedala. Te se komponente često oblikuju pomoću procesa injekcijskog prešanja i mogu imati dodatne završne obrade ili premaze za estetiku. Paneli za unutarnja vrata su također izrađeni

od plastike, nudeći malu težinu i fleksibilnost dizajna. Brizganje je primarni proizvodni proces koji se koristi za proizvodnju panela vrata [26].

Što se tiče vanjskih komponenti, tu spadaju odbojnici, rešetke te paneli karoserije. Plastični odbojnici su lagani i otporni na udarce. Obično se proizvode pomoću procesa injekcijskog prešanja i mogu biti ojačani drugim materijalima kao što su staklena vlakna ili karbonska vlakna. Vanjske rešetke i ukrasi često su izrađeni od plastike zbog svoje fleksibilnosti dizajna i otpornosti na koroziju. Ove komponente mogu se proizvesti postupcima injekcijskog prešanja ili termooblikovanja. Neki vanjski paneli karoserije, kao što su krovni paneli, vrata prtljažnika i spojleri, izrađeni su od plastike kako bi se smanjila težina i poboljšala učinkovitost goriva. Ove ploče se obično proizvode pomoću procesa injekcijskog prešanja ili kompresijskog prešanja [26].

Pod funkcionalne komponente se mogu svrstati spremnici tekućine, kanali za usis zraka te spremnik za gorivo. Plastični spremnici koriste se za skladištenje tekućina kao što su tekućina za pranje vjetrobranskog stakla, rashladna tekućina i tekućina za kočnice. Ovi rezervoari se proizvode pomoću procesa puhanja ili injekcijskog prešanja. Plastični kanali za usis zraka usmjeravaju protok zraka u motor za izgaranje. Ovi se kanali mogu proizvesti pomoću procesa injekcijskog prešanja ili puhanja i često su dizajnirani da izdrže visoke temperature. Plastični spremnici za gorivo su lagani i otporni na koroziju. Obično se proizvode procesima puhanja i podvrgavaju se rigoroznim ispitivanjima kako bi se osigurala trajnost i sigurnost [26].

Električne i elektroničke komponente se sastoje od ožičenja te senzora i prekidača. Plastični priključci, kućišta i omotač koriste se u automobilskim ožičenjima. Ove komponente se proizvode pomoću procesa injekcijskog prešanja i mogu sadržavati značajke za brtvljenje i rasterećenje naprezanja. Također, plastična kućišta koriste se za zaštitu senzora i prekidača od čimbenika okoline. Ova se kućišta obično proizvode pomoću procesa injekcijskog prešanja i mogu uključivati značajke za montažu i brtvljenje [26].

Ove plastične komponente isporučuju se tvornicama vozila u različitim oblicima kao što su: injekcijski lijevani dijelovi, termoformirani dijelovi, dijelovi lijevani puhanjem te kompozitni dijelovi. Mnoge plastične komponente proizvode se procesima injekcijskog lijevanja, gdje se rastaljena plastika ubrizgava u šupljinu kalupa i hladi kako bi oblikovala željeni

oblik. Postupci termoformiranja koriste se za proizvodnju plastičnih komponenti složenih oblika, kao što su unutarnje ploče i ukrasni dijelovi. Zagrijana plastična folija se rasteže preko kalupa i hladi kako bi se napravio završni dio. Procesi lijevanja puhanjem koriste se za proizvodnju šupljih plastičnih komponenti, kao što su spremnici tekućine i spremnici goriva. Rastaljena plastika se istiskuje u šupljinu kalupa i napuhava kako bi se formirao konačni dio. Neke plastične komponente mogu biti ojačane drugim materijalima kao što su staklena vlakna ili karbonska vlakna radi povećanja čvrstoće i krutosti. Ovi kompozitni dijelovi obično se proizvode pomoću specijaliziranih proizvodnih procesa [26].

Kao i za aluminij i čelik, najveći dio plastike proizvodi Kina, vrijednosti čak 19.5 milijardi dolara (Slika 3). Kinu slijede Njemačka (9.89 milijardi), SAD (7.23 milijardi), Italija (3.32 milijardi), Francuska (3 milijarde), Poljska (2.29 milijardi), Nizozemska (2.17 milijardi), Japan (2.17 milijardi), Češka (1.97 milijardi) i Meksiko (1.96 milijardi) [28]. Slikom 17 prikazane su države koje prevladavaju u proizvodnji plastike.

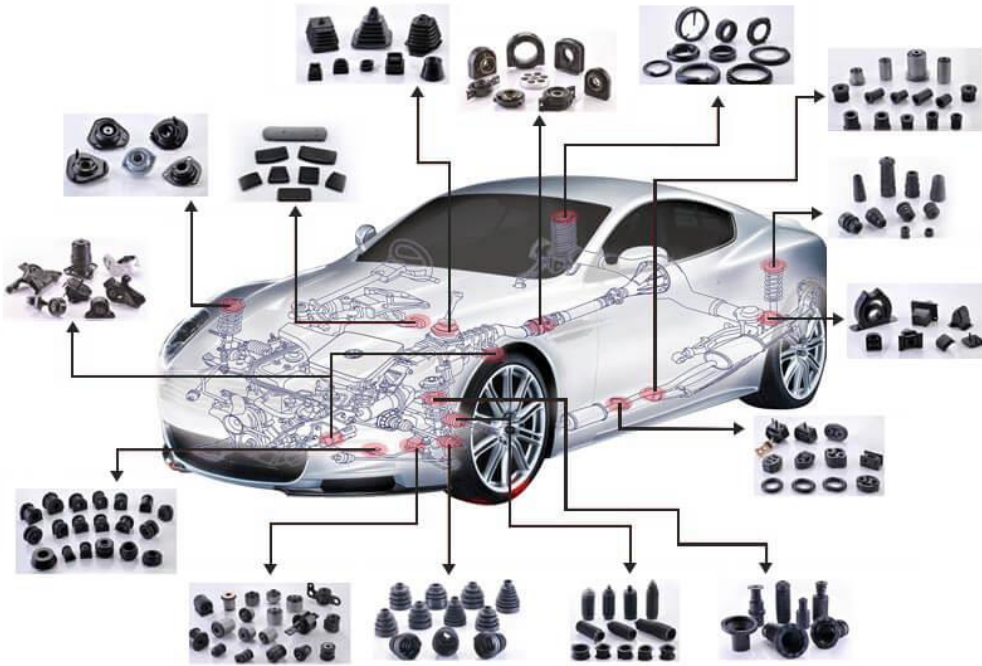


Slika 17: Najveći proizvođači plastike u svijetu

Izvor: [28] <https://howmuch.net/articles/plastic-trade-around-the-world>

4.4. Guma u automobilskoj industriji

Gumeni dijelovi koji su prikazani na slici 18, ključni su dijelovi u automobilskoj industriji, služeći različitim funkcijama kao što su brtvljenje, prigušivanje i osiguravanje vuče, kao što je prikazano slikom 18. U prosjeku, gumeni dijelovi čine otprilike 7-10% težine prosječnog vozila, iako to također varira ovisno o vrsti i dizajnu vozila kao i sa čelikom, aluminijem te plastikom.



Slika 18: Gumeni dijelovi automobila

Izvor: [29] <https://www.king-rubber.com/automotive-products/>

Gumeni dijelovi koji se koriste u automobilskoj industriji dobivaju se iz različitih izvora kao što su: dobavljači gume, proizvođači gume te dobavljači reciklirane gume [30].

Proizvođači automobila često nabavljaju gumene materijale izravno od dobavljača gume. Ovi dobavljači nude širok raspon gumenih smjesa, uključujući prirodnu gumu, sintetičku gumu te posebne elastomere. Gumeni materijali isporučuju se u obliku sirovih gumenih listova, rola ili peleta i prilagođeni su specifičnim zahtjevima automobilskih aplikacija [30].

Također, gumene dijelove obično proizvode specijalizirani proizvođači gume koji imaju stručnost u kalupljenju, ekstruziji i drugim tehnikama obrade gume. Ovi proizvođači proizvode

širok raspon gumenih komponenti, uključujući brtve, crijeva, čahure i nosače, koristeći postupke kao što su kompresijsko prešanje, injekcijsko prešanje i ekstruzija [30].

Osim novoprodučenih gumenih materijala, proizvođači automobila također koriste recikliranu gumu u proizvodnji vozila. Reciklirana guma, dobivena iz otpadnih guma, pokretnih traka i drugih izvora, prolazi kroz obradu kako bi se uklonile nečistoće i zatim se koristi za proizvodnju novih automobilskih komponenti [30].

Gumene komponente koje se isporučuju tvornicama vozila obuhvaćaju raznolik raspon dijelova koji služe različitim funkcijama unutar vozila kao što su: brtvene komponente, komponente za prigušivanje vibracija i buke, komponente crijeva te cijevi, komponente vuče te brtve protiv vremenskih uvjeta. Pod brtvene komponente spadaju brtve te O-prstenovi [31].

Gumene brtve koriste se u cijelom vozilu kako bi se spriječilo curenje tekućina i plinova. Ove komponente osiguravaju čvrsto brtvljenje između spojnih površina i obično se koriste u primjenama motora, mjenjača i vrata. Gumeni O-prstenovi se koriste u tekućim sustavima za stvaranje brtve između dviju spojenih površina, kao što su crijeva, cijevi i spojevi. Dostupni su u različitim veličinama i materijalima kako bi se prilagodili različitim uvjetima rada. [31].

Kod komponenti za prigušivanje vibracija i buke spadaju nosači motora te čahure ovjesa. Gumeni nosači motora izoliraju motor od šasije vozila, smanjujući vibracije i buku koja se prenosi u putnički prostor. Obično su napravljeni od gume spojene na metal i dizajnirani su da izdrže opterećenja motora i uvjete okoline. Gumene čahure ovjesa prigušuju vibracije i buku koja se prenosi kroz sustav ovjesa vozila. Oni pružaju fleksibilnost i amortizaciju između komponenti ovjesa i okvira ili karoserije vozila [31].

Komponente crijeva i cijevi se sastoje od crijeva rashladne tekućine, cijevi za gorivo te kočiona crijeva. Gumena crijeva rashladne tekućine prenose rashladnu tekućinu motora između motora, hladnjaka i ostalih komponenti rashladnog sustava. Dizajnirani su da izdrže visoke temperature i pritiske uz zadržavanje fleksibilnosti. Gumene cijevi za gorivo prenose gorivo iz spremnika goriva do sustava za ubrizgavanje goriva ili rasplinjača motora. Otporni su na goriva i ulja i obično su ojačani s više slojeva za dodatnu čvrstoću i izdržljivost. Gumena kočiona crijeva prenose hidrauličku kočionu tekućinu između glavnog kočionog cilindra i

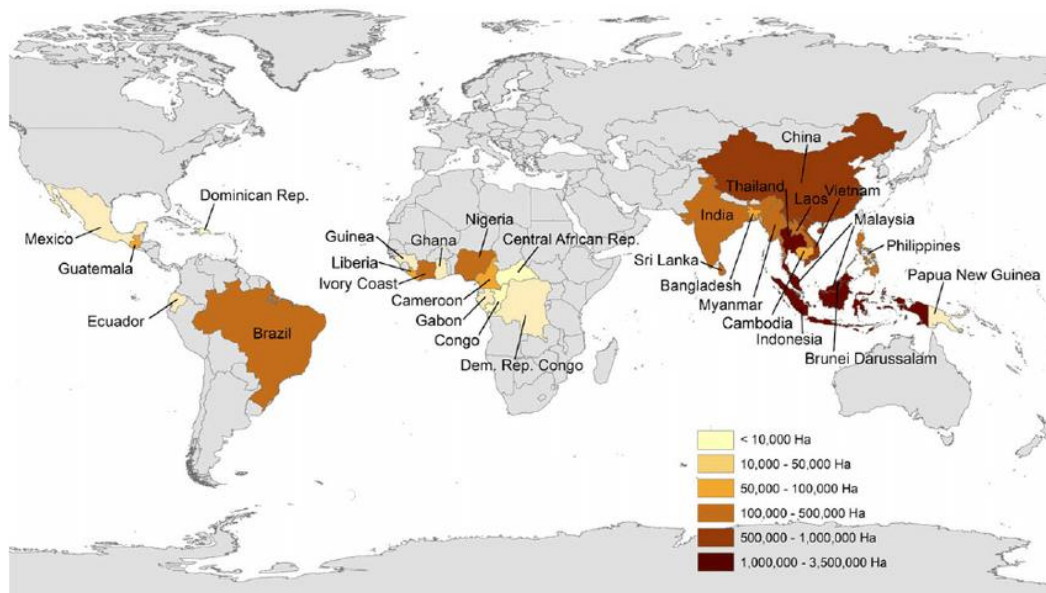
kočionih čeljusti ili cilindara kotača. Dizajnirani su da izdrže visoke pritiske i ekstremne temperature do kojih dolazi tijekom kočenja [31].

Pod komponente vuče se podrazumijevaju gume. Gume osiguravaju trenje i prianjanje između vozila i površine ceste. Izrađeni su od više slojeva gumenih smjesa i ojačanja kao što su čelični pojasevi i slojevi tkanine. Proizvodnja guma uključuje procese kao što su stvrdnjavanje, vulkanizacija i šaranje gaznog sloja kako bi se postigle željene karakteristike performansi [31].

Kod brtvi protiv vremenskih uvjeta spadaju brtve na vratima i atmosferske lajsne. Gumene brtve na vratima i atmosferske lajsne sprječavaju ulazak vode, zraka i buke u unutrašnjost vozila. Obično su napravljeni od fleksibilnih gumenih smjesa i postavljaju se oko otvora na vratima, prozora i drugih otvora [31].

Ove gumene komponente isporučuju se tvornicama vozila u različitim oblicima, uključujući prešane dijelove, ekstrudirane dijelove te zalijepljene dijelove. Mnoge gumene komponente proizvode se procesima prešanja, kao što je kompresijsko prešanje, injekcijsko prešanje ili prijenosno prešanje. Rastaljena guma se ubrizgava ili prenosi u šupljinu kalupa i stvrdnjava da bi se formirao konačni dio. Postupci ekstruzije koriste se za proizvodnju gumenih komponenti s kontinuiranim poprečnim presjekom, kao što su crijeva, cijevi i brtve. Zagrijana gumena smjesa prolazi kroz matricu kako bi se stvorio željeni oblik. Neke gumene komponente zalijepljene su za metal ili druge materijale kako bi se stvorili kompozitni dijelovi, kao što su nosači motora ili čahure ovjesa. Postupci lijepljenja gume i metala uključuju tehnike prianjanja ili vulkanizacije kako bi se stvorila jaka veza između gume i materijala podloge [31].

Na karti ispod vidi se proizvodnja gume u svijetu, a prikazano je prema površini ubrane gume u hektarima. U proizvodnji se najviše ističu Tajland, Indonezija, Kina, Brunej, Vijetnam, te nešto manje Indija. U Africi se ističu Nigerija i Obala Bjelokosti, dok se u Južnoj Americi ističe Brazil [32]. Slikom 19 prikazane su države koje prevladavaju u proizvodnji gume.



Slika 19: Najveći proizvođači gume u svijetu

Izvor: [32] https://www.researchgate.net/figure/Rubber-extent-in-all-rubber-producing-countries-excluding-Bolivia-for-which-data-were_fig1_275151803

5. GLAVNI PROIZVOĐAČI AUTOMOBILA U SVIJETU

Tijekom godina automobilska industrija je narasla u jednu od većih industrija u svijetu. Najveće automobilske kompanije imale su veliki utjecaj na poboljšanje svjetske ekonomije na način da pružaju nove prilike za posao. Nekoliko kompanija diljem svijeta proizvodi velik broj automobila kako bi povećale prihod. Rezultat toga je da je automobilska industrija jedan od najbitnijih sektora globalne ekonomije. Najveće kompanije za proizvodnju automobila u 2022. su redom: Volkswagen, Toyota, Stellantis, Mercedes-Benz Group, Ford Motor, BMW, Honda, General Motors, SAIC, FAW Group [33].

5.1. Volkswagen

Volkswagen, prikazan na slici 20, njemački je proizvođač automobila sa sjedištem u gradu Wolfsburgu. Ukupan prihod u 2022. godini je iznosio 295.8 milijardi dolara, a prodali su približno 8.26 milijuna automobila. Tvrtka je osnovana 1937. godine te pored automobila proizvodi i brodske motore, parne turbine i kemijske reaktore. U prošlosti je proizvođač donirao novac za bebe rođene u VW Bubi, te je također trenutno jedini model na svijetu koji nudi pet opcija pogona - dolazi s električnim, hibridnim, benzinskim, dizelskim i plinskim motorom [34].



Slika 20: Vozila tvrtke Volkswagen

Izvor: [35] <https://www.autocar.co.uk/car-news/business-dealership%2C-sales-and-marketing/how-volkswagen-group-triumphed-tough-year>

5.2. Toyota

Toyota Motor Corporation, prikazan na slici 21, japanski je proizvođač automobila, a sjedište tvrtke nalazi se u gradu Toyoti, u Aichi. Ukupan prihod u 2022. godini je iznosio 279.3 milijardi dolara, a prodali su približno 10.5 milijuna automobila. U 2017. godini, Toyota je imala 364.445 zaposlenika diljem svijeta, što je čini jednom od najvećih tvrtki na svijetu. Također, Toyota je vodeća marka u prodaji hibridnih električnih vozila i aktivno potiče usvajanje hibridne tehnologije diljem svijeta. Njihov model Prius family je najprodavaniji hibridni model automobila na svijetu, s više od 6 milijuna prodanih primjeraka diljem svijeta [36].



Slika 21: Vozila tvrtke Toyota

Izvor: [37] <https://autodeals.pk/blog/toyota-reduce-car-prices-after-reduction-in-taxes/>

5.3. Stellantis

Stellantis, prikazan na slici 22, nizozemska je multinacionalna automobilska korporacija koja je nastala spajanjem talijansko-američkog Fiat Chrysler Automobiles i francuske PSA grupe (50-50). Sjedište tvrtke Stellantis se nalazi u Amsterdamu. Ukupan prihod u 2022. godini je iznosio 176.7 milijardi dolara, a prodali su približno 6 milijuna automobila. Osnovna djelatnost tvrtke Stellantis obuhvaća dizajn, razvoj, proizvodnju i prodaju automobila pod 15 različitih brendova, uključujući Abarth, Alfa Romeo, Chrysler, Citroën, Dodge, DS, Fiat, Fiat

Professional, Jeep, Lancia, Maserati, Opel, Peugeot, Ram, Vauxhall, kao i Mopar auto dijelove [38].



Slika 22: Vozila tvrtke Stellantis

Izvor: [39] <https://auto.economictimes.indiatimes.com/news/stellantis-to-give-each-of-its-14-car-brands-10-years-of-funding-ceo/82630338>

5.4. Mercedes-Benz Group

Mercedes-Benz Group, prikazan na slici 23, njemački je proizvođač automobila, sa sjedištem kompanije je u Stuttgartu. Ukupan prihod u 2022. godini je iznosio 158.3 milijardi dolara, a prodali su približno 2 milijuna automobila. Također, kako bi poboljšao svoju finansijsku situaciju koja je bila ugrožena masovnim uvozom jeftinih vozila poput Ford Modela T, Mercedes je 1923. godine počeo kroz jedan period proizvoditi bicikle. Svi zaposlenici kompanije Mercedes Benz imaju pravo predlagati ideje vezane za proizvodni proces. Ako tvrtka ostvari uštedu zahvaljujući nekom prijedlogu, radniku se isplaćuje nagrada [40].



Slika 23: Vozila tvrtke Mercedes-Benz Group

Izvor: [41] <https://vascarabag.com/who-owns-mercedes-benz/>

5.5. Ford

Ford Motor Company, prikazan na slici 24, poznat i kao Ford, američki je proizvođač automobila sa sjedištem u Dearbornu, savezna država Michigan. Ukupan prihod u 2022. godini je iznosio 136.3 milijardi dolara, a prodali su približno 1.86 milijuna automobila. U prošlosti, Ford je također proizvodio traktore i automobilske komponente. 1985. Godine, Ford Scorpio postaje prvi automobil koji ABS ugrađuje serijski. Iako su Jaguar, Aston Martin, Land Rover i Volvo bili dio Ford grupe, mnoge druge marke su također bile razmatrane za akviziciju, ali nisu postignuti dogovori oko uvjeta. U 1948. godini, tvrtka je pokušala kupiti Volkswagen, ali je naišla na složene odnose vlasništva te njemačke tvrtke [42].



Slika 24: Vozila tvrtke Ford

Izvor: [43] <https://www.ford.com/new-performance-vehicles/>

5.6. BMW

BMW, prikazan na slici 25, njemački je proizvođač automobila sa sjedištem u Münchenu. Ukupan prihod u 2022. godini je iznosio 131.5 milijardi dolara, a prodali su približno 2.4 milijuna automobila. Karl Friedrich Rapp je osnovao tvrtku 7. ožujka 1916. pod nazivom Bayerische Flugzeugwerke (BFW) (Bavarska tvornica aviona), koja je kasnije, 21. srpnja 1917., preimenovana u Bayerische Motoren Werke (Bavarska tvornica motora). U 1959. godini, Mercedes je bio blizu preuzimanja BMW-a. U to vrijeme, BMW je imao financijske probleme, a Mercedes je ponudio da otkupi dionice BMW-a. Međutim, ponuda nije prihvaćena, a umjesto toga, Quandt je postao spasilac tvrtke, čija obitelj i danas ima veliki udio u vlasništvu bavarskog proizvođača. Ovaj događaj je izvor dugotrajnog "sukoba" između dviju tvrtki [44].



Slika 25: Vozila tvrtke BMW
Izvor: [45] <https://shorturl.at/hpOR5>

5.7. Honda

Honda, prikazan na slici 26, japanski je proizvođač različitih vrsta vozila i opreme sa sjedištem u Minato City u Tokiju. Ukupan prihod u 2022. godini je iznosio 129.5 milijardi dolara, a prodali su približno 21.1 milijuna automobila. Tvrtku je osnovao Soichiro Honda nakon 2. svjetskog rata. Honda Integra XSi, koja je debitirala 1989. godine, bila je prvi automobil koji je koristio VTEC tehnologiju. Ova tehnologija omogućuje ekonomičnu vožnju pri niskim okretajima i dobre performanse pri visokim okretajima, a temelji se na otvaranju i zatvaranju usisnih i ispušnih ventila ovisno o broju okretaja motora. Honda FCX Clarity je prvi automobil koji je koristio vodikove gorive ćelije za dobivanje električne energije. Iako je bio dostupan samo u zakup, cijena svakog primjerka navodno je iznosila milijun dolara [46].



Slika 26: Vozila tvrtke Honda

Izvor: [47] <https://www.teamhonda.com/blogs/2522/uncategorized/team-honda-introduces-the-2021-honda-car-line-up/>

5.8. General Motors

General Motors Corporation, prikazan na slici 27, poznata i kao GM, američka je automobilska tvrtka sa sjedištem u Detroitu, savezna država Michigan. Ukupan prihod u 2022. godini je iznosio 127 milijardi dolara, a prodali su približno 2.27 milijuna automobila. Nakon Drugog svjetskog rata, General Motors i Ford su stekli reputaciju kao proizvođači za saveznike, što ih je nazvalo "arsenalima demokracije", ali zbog proizvodnje za Njemačku tijekom Hitlerove vladavine, mogli su biti nazvani i "arsenalima fašizma". Godine 2002., 15% svih automobila i gospodarskih vozila prodanih diljem svijeta nosilo je oznaku nekog od proizvođača koji je dio General Motors korporacije [48].



Slika 27: Vozila tvrtke General Motors

Izvor: [49] <https://insideevs.com/news/693021/gm-ev-sales-potential-30000-q4/>

5.9. SAIC

SAIC Motor Corp., Ltd. (ranije poznata kao Shanghai Automotive Industry Corporation), prikazan na slici 28, kineski je proizvođač automobila sa sjedištem u Antingu u Šangaju. Ukupan prihod u 2022. godini je iznosio 120.9 milijardi dolara, a prodali su približno 5.3 milijuna automobila. Osnovana 1955. godine, trenutno je najveća od "Velike četvorke" državnih proizvođača automobila u Kini, a to su: SAIC Motor, FAW Group, Dongfeng Motor Corporation i Changan Automobile. Kompanija SAIC Motor također je predstavila futuristički koncept po imenu Kun - autonomno vozilo koje koristi naprednu tehnologiju [50].



Slika 28: Vozila tvrtke SAIC

Izvor: [51] <https://www.linkedin.com/company/saicmotorme/>

5.10. FAW

China FAW Group Corp, prikazan na slici 29, kineski je proizvođač automobila sa sjedištem u Changchunu, Jilin. Ukupan prihod u 2022. godini je iznosio 109.4 milijardi dolara, a prodali su približno 3.215 milijuna automobila. Udružio je snage s poznatom njemačkom automobilskom tvrtkom Volkswagen AG i do sada ovaj poslovni projekt nije posustao. Ovaj partnerski projekt je započeo 1991. godine, danas je projekt dostigao najavljivane razmjere i opseg te postoji pet zajedničkih proizvodnih baza i pogona na području Kine. Osnovan 15. srpnja 1953. godine, trenutno je drugi najveći od "Velike četvorke" državnih proizvođača automobila u Kini, zajedno sa SAIC Motorom, Dongfeng Motor Corporationom i Changan Automobileom. Njegovi glavni proizvodi su automobili, autobusi, lagani, srednji i teški teretni kamioni, te auto dijelovi [52].



Slika 29: Vozila tvrtke FAW

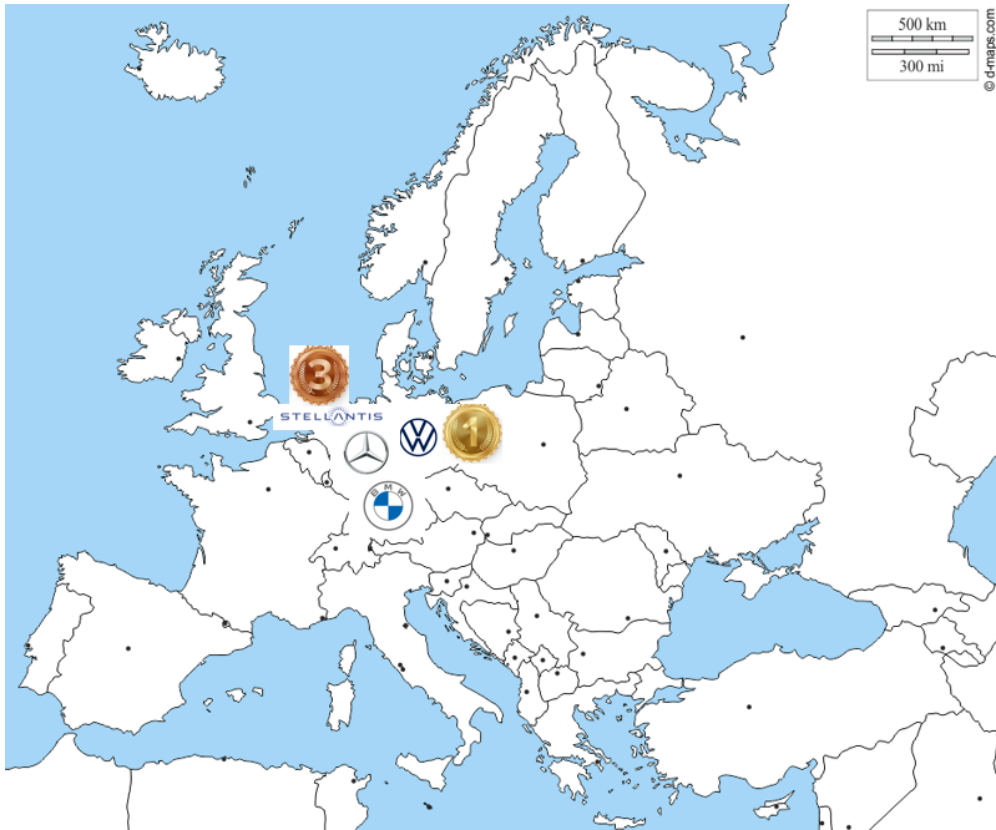
Izvor: [53] <https://europe.autonews.com/automakers/faw-readies-electric-suv-offering-autonomous-driving>

Na slici 30 i slici 31 se mogu vidjeti glavni proizvođači automobila u svijetu, a zbog preglednosti i na karti Europe.



Slika 30: Najveće kompanije automobilske industrije u svijetu

Izvor: Izradio autor



Slika 31: Najveće kompanije automobilske industrije u Europi

Izvor: Izradio autor

6. NAJVEĆE TVORNICE AUTOMOBILA U SVIJETU

Najveće tvornice automobila u svijetu su: Volkswagen u Wolfsburgu u Njemačkoj, Hyundai u Južnoj Koreji, Tesla u Nevadi, Mercedes Benz u Sindelfingenu u Njemačkoj te Toyota u Japanu [54]. U nastavku su navedene i ukratko opisane najveće tvornice automobila u svijetu.

6.1. Volkswagen u Wolfsburgu Njemačkoj

Najveća tvornica za proizvodnju automobila na svijetu je površine 6.5 milijuna m², a nalazi se u Wolfsburgu u Njemačkoj i proizvodi 3800 Volkswagenovih vozila dnevno, kao što je prikazano slikom 32. Tvornica posjeduje četiri linije za proizvodnju modela Golfa, Touran i Tiguan. Volkswagenova tvornica koja je prvi put započela s proizvodnjom vozila 1945. obavlja sve od izrade alata do proizvodnje plastike do smještaja jedne od najvećih lakirnica na svijetu [54].



Slika 32: Tvornica Volkswagen u Wolfsburgu u Njemačkoj

Izvor: [54] <https://motoroctane.com/news/213409-largest-car-factories-world>

6.2. Hyundai u Južnoj Koreji

Hyundai je korejska tvrtka, ali ima prilično dobre rezultate u Indiji. U Indiji se proizvodi 14 različitih Hyundai modela na pet lokacija. Najveća je tvornica Ulsan u Južnoj Koreji s površinom od 5 milijuna m², prikazana slikom 33. Ova tvornica može proizvesti vozilo svakih 12 sekundi. Izvorno otvorena 1968. i od tada proširena nekoliko puta, 34 000 zaposlenika radi na licu mjesta, a neki čak spavaju u spavaonici u sklopu objekta. Objekt također ima vlastiti pročistač otpadnih voda i pristanište teretnih brodova [54].



Slika 33: Tvornica Hyundai u Južnoj Koreji

Izvor: [54] <https://motoroctane.com/news/213409-largest-car-factories-world>

6.3. Tesla u Nevadi

Tesla je osmislio Gigafactory 2016. u Nevadi, prikazano slikom 34. Tvornica ima površinu više od 455.000 m². Tvornica proizvodi baterije, solarne panele, rješenja za kućnu pohranu i električne automobile. Danas proizvodi elektromotore za automobil Model 3 i pakete baterija, uz Tesline proizvode za pohranu energije [54].



Slika 34: Tvornica Tesla u Nevadi

Izvor: [54] <https://motoroctane.com/news/213409-largest-car-factories-world>

6.4. Mercedes Benz u Sindelfingenu u Njemačkoj

Mercedes-Benz tvornica u Sindelfingenu ima više od stotinu godina povijesti. Tvornica je započela s radom 1915. godine i ima površinu od 2.95 milijuna m², prikazana slikom 35. Postrojenje upravlja proizvodnjom serije modela S-klase i E-klase unutar globalne proizvodne mreže Mercedes-Benz automobila [54].



Slika 35: Tvornica Mercedes Benz u Sindelfingenu u Njemačkoj
Izvor: [54] <https://motoroctane.com/news/213409-largest-car-factories-world>

6.5. Toyota u Japanu

S ukupno 753.000 m², ovo je najveća tvornica za sklapanje vozila u Toyotinoj globalnoj proizvodnoj mreži, a prikazana je slikom 36. Proizvodi oko 550.000 vozila i ima mogućnost proizvodnje više od 600.000 motora godišnje. Tvornica za sklapanje vozila otvorena je 1986. Trenutno ima više od 8.000 zaposlenih s punim radnim vremenom [54].



Slika 36: Tvornica Toyota u Japanu

Izvor: [54] <https://motoroctane.com/news/213409-largest-car-factories-world>

7. NAJVEĆI ROBNO-TRANSPORTNI CENTRI ZA PRIHVAT AUTOMOBILA U SVIJETU

Robno-transportni centri igraju ključnu ulogu u globalnom opskrbnom lancu vozila. Strateški smješteni u glavnim prometnim čvorištima poput luka i željezničkih terminala, ovi centri olakšavaju besprijekoran prijelaz vozila između različitih načina prijevoza. Pružanjem specijalizirane infrastrukture i opreme, kao što su rampe, palube, dizalice i viličari, osiguravaju učinkovit ukrcaj, iskrcaj i rukovanje vozilima. Također, robno-transportni centri imaju ključnu ulogu u optimizaciji logističkih operacija jer konsolidacija vozila smanjuje troškove prijevoza i poboljšava vrijeme isporuke minimiziranjem udaljenosti koju vozila trebaju prijeći između različitih prometnih čvorova. Ovi robno-transportni centri su također poznati kao i specijalizirani RO-RO terminali za automobile. RO-RO terminali nude osnovne usluge poput skladištenja, skladištenja i carinjenja. Ovi objekti osiguravaju privremeno skladištenje vozila koja čekaju daljnji transport i obrađuju potrebnu dokumentaciju, inspekcije i procedure usklađenosti s propisima o uvozu/izvozu. Isto tako, ovi terminali imaju sigurnosne mjere za zaštitu vozila od krađe, vandalizma i oštećenja tijekom prijevoza i skladištenja. Sustavi nadzora, perimetarske ograde i obučeno sigurnosno osoblje obično se koriste kako bi se osigurao integritet vozila unutar prostorija terminala. Robno-transportni centri koji su opisani u nastavku značajno doprinose globalnoj automobilskoj industriji i logistici, osiguravajući nesmetan protok vozila između proizvođača, distributera i potrošača širom svijeta [55].

7.1. Luka Xuwen

Luka Xuwen nalazi se u Kini, na najjužnijem dijelu kopna, preko tjesnaca Qiongzhou od otoka Hainan. To je najveći svjetski putničko-teretni RO-RO terminal. Luka Xuwen izgradila je RO-RO terminal, koji uključuje 16 vezova nosivosti 5000 tona, s projektiranim godišnjim kapacitetom rukovanja od 3.2 milijuna vozila [56]. Luka Xuwen u Kini prikazana je slikom 37.



Slika 37: Luka Xuwen u Kini

Izvor: [57] https://www.sohu.com/a/666168214_120046696

7.2. Luka Zeebrugge

Nalazi se u Belgiji i služi kao vitalna poveznica između Europe i ostatka svijeta, a prikazana je na slici 38. Luka ima najsuvremenije objekte za rukovanje RO-RO teretom, uključujući namjenski prostor za obradu i skladištenje vozila. Luka Zeebrugge upravlja velikom količinom automobilskeg prometa, što ga čini jednom od najprometnijih luka za prijevoz automobila na svijetu. Luka je doživjela niz ulaganja osmišljenih kako bi poslovanje učinili održivijim u 2021., kao i nastavak razvoja infrastrukture za povećanje učinkovitosti. Prosječno godišnje kroz Zeebrugge prođe približno 2.2 milijuna vozila [58].



Slika 38: Luka Zeebrugge u Belgiji

Izvor: [59] <https://www.projectcargojournal.com/ports-and-terminals/2019/02/25/brexit-may-prove-very-painful-for-ro-ro-terminals-in-zeebrugge/>

7.3. Luka Baltimore

Smještena na istočnoj obali SAD-a, luka Baltimore strateški je pozicionirana za lagan pristup glavnim tržištima u Sjevernoj Americi, prikazana slikom 39. Baltimore ima specijalizirane terminale opremljene modernim objektima za učinkovito rukovanje RO-RO teretom, uključujući automobile i tešku opremu. Ključan je u američkom lancu automobilske logistike, rukujući značajnom količinom vozila svake godine. Luka Baltimore ima ukupnu površinu od 7.1 milijuna m². Automobilske operacije u luci Baltimore bile su u oporavku nakon pandemije s ukupno 847.158 automobila i lakih kamiona koji su se kretali kroz luku 2023. godine. Količine su porasle za gotovo 13%, ali su još uvijek zaostajale za vrhuncem od 857.890 vozila u 2019. godini [60].



Slika 39: Luka Baltimore u SAD-u

Izvor: [60] <https://www.automotivepurchasingandsupplychain.com/port-of-baltimore-to-add-additional-land-to-handle-surg-ing-auto-cargo/>

7.4. Luka Yokohama

Yokohama je glavna luka u blizini Tokija u Japanu koja služi kao ulaz za međunarodnu trgovinu u regiji. Luka se može pohvaliti naprednim RO-RO objektima, sa specijaliziranim terminalima dizajniranim za rukovanje jedinstvenom logistikom automobilskih pošiljaka. Budući da je Japan značajan proizvođač u automobilskoj industriji, Yokohama igra ključnu ulogu u izvozu i uvozu vozila. Luka se sastoji od 10 gatova i pristaništa u kojima u svakom trenutku može pristati oko 100 brodova, a prostire se na površini od 72 milijuna m² [61]. Luka Yokohama u Japanu prikazana je slikom 40.



Slika 40: Luka Yokohama u Japanu

Izvor: [62] <https://www.shutterstock.com/image-photo/many-new-cars-parking-before-shipping-2221465485>

8. ULOGA ELEKTRIČNIH VOZILA U FORMIRANJU ROBNIH TOKOVA

Električna vozila su vozila koja za pogon koriste električnu energiju umjesto tradicionalnog goriva s unutarnjim izgaranjem. Pokreću ih baterije ili gorive ćelije, a elektromotori pretvaraju električnu energiju u mehaničku za pokretanje vozila. Električna vozila često su čišća i tiša od vozila s unutarnjim izgaranjem, imaju niže troškove održavanja i dio su rastućeg trenda prema održivijoj mobilnosti. Postoje različite vrste električnih vozila, svaki s različitim razinama električnih i konvencionalnih pogonskih sklopova. Ova vrsta vozila će se najviše primjenjivati i upotrebljavati u budućnosti zbog ekoloških zahtjeva.

8.1. Glavni dijelovi električnih automobila

Glavni dijelovi električnih vozila su: baterija automobila, inverter snage, kontroler, električni vučni motor, punjač, mjenjač, DC/DC pretvarač, pomoćna baterija, sustav za hlađenje te priključak za punjenje, a prikazani su slikom 41. U nastavku će se opisati svaki od navedenih dijelova i njihova uloga u funkcioniranju električnih vozila.

Baterija automobila (slika 41, slovo A)

Paket pogonskih baterija pohranjuje električnu energiju koja se koristi za napajanje elektromotora električnog vozila. Sastoji se od više baterijskih ćelija grupiranih zajedno u module, koji se zatim kombiniraju u baterijski paket. Paket pogonskih baterija daje energiju potrebnu za pogon vozila i može se nalaziti na različitim mjestima unutar vozila, kao što je ispod poda ili straga [63].

Inverter snage (slika 41, slovo B)

Pretvarač pretvara DC (istosmjernu struju) električnu energiju iz pogonske baterije u AC (izmjeničnu struju) električnu energiju za pogon električnog motora. Pretvarač regulira frekvenciju, napon i struju izmjenične struje koja se dovodi do elektromotora. Upravlja brzinom i momentom motora na temelju unosa vozača i stanja vozila [63].

Kontroler (slika 41, slovo C)

Kontroler motora ili motorna pogonska jedinica, upravlja radom elektromotora za vuču na temelju unosa od vozača i raznih senzora vozila. Tumači naredbe s papučice gasa,

prilagođava izlaznu snagu motora u skladu s tim i nadzire performanse motora i temperaturu. Regulator igra ključnu ulogu u optimizaciji učinkovitosti i performansi dok istovremeno osigurava siguran rad električnog pogonskog sklopa [63].

Električni vučni motor (slika 41, slovo D)

Pretvara električnu energiju iz pogonske baterije u mehaničku energiju za pogon vozila. Električna vozila mogu koristiti različite vrste vučnih motora, uključujući indukcijske motore na izmjeničnu struju, sinkrone motore s trajnim magnetima i reluktantske motore. Ovi motori mogu biti smješteni na prednjoj, stražnjoj ili obje osovine, ovisno o konfiguraciji pogona vozila [63].

Punjač (slika 41, slovo E)

Pretvara izmjeničnu struju iz vanjskog izvora napajanja (npr. zidna utičnica, stanica za punjenje) u istosmjernu struju za ponovno punjenje pogonske baterije. Punjači dolaze u različitim vrstama i kapacitetima punjenja, uključujući ugrađene punjače integrirane u vozilo i vanjske stanice za punjenje. Mogu podržavati različite standarde punjenja te vrste priključaka za punjenje [63].

Mjenjač (slika 41, slovo F)

U električnim vozilima s više stupnjeva prijenosa, mjenjač prilagođava brzinu i okretni moment elektromotora radi optimizacije performansi i učinkovitosti. Neka električna vozila koriste jedno-brzinske mjenjače, dok druga koriste više-brzinske mjenjače za bolje ubrzanje i najveću brzinu. Mjenjači mogu biti mehanički, hidraulički ili električni, ovisno o dizajnu vozila [63].

DC/DC pretvarač (slika 41, slovo G)

Pretvara visokonaponsku istosmjernu struju iz pogonske baterije u niskonaponsku istosmjernu struju za napajanje pomoćnih sustava i dodatne opreme u vozilu. Regulira izlazni napon kako bi odgovarao zahtjevima električnog sustava vozila, uključujući rasvjetu, grijanje, ventilaciju i klimatizaciju i drugu ugrađenu elektroniku [63].

Pomoćna baterija (slika 41, slovo H)

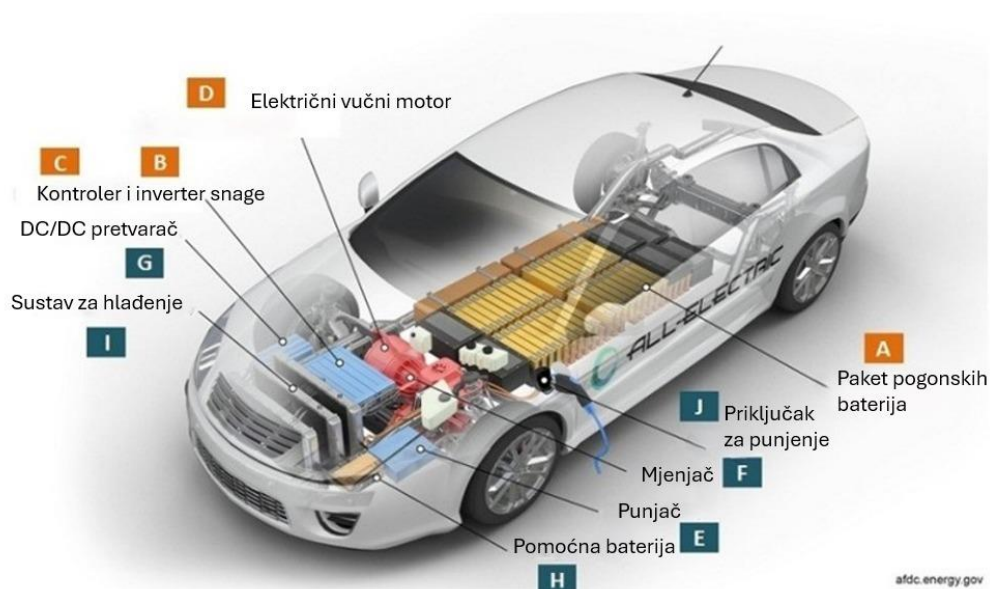
Daje električnu energiju za napajanje električnih sustava vozila, dodatne opreme i pomoćnih komponenti [63].

Sustav za hlađenje (slika 41, slovo I)

Održava optimalnu radnu temperaturu za pogonsku bateriju, elektromotor, elektroniku i druge kritične komponente. Uključuje radijatore, pumpe rashladne tekućine, izmjenjivače topline i ventilatore za raspršivanje viška topline stvorene tijekom rada i održavanje temperature komponenti unutar sigurnih granica. Pravilno upravljanje toplinom ključno je za maksimiziranje učinkovitosti, performansi i dugovječnosti komponenti električnog pogona [63].

Priključak za punjenje (slika 41, slovo J)

Osigurava spojnu točku za vanjske izvore punjenja za ponovno punjenje pogonske baterije. Priključci za punjenje razlikuju se po dizajnu i značajkama, ali obično uključuju sučelje konektora kompatibilno s kabelima za punjenje iz različitih standarda punjenja. Također mogu uključivati ​​indikatore statusa ili komunikacijska sučelja za praćenje napretka punjenja i statusa vozila [63].



Slika 41: Glavni dijelovi električnih automobila

Izvor: [63] <https://www.omazaki.co.id/en/electric-vehicle-components/>

8.2. Proizvodnja i sastavljanje električnih automobila

Općenito, proizvodnja i isporuka komponenti električnih vozila uključuje složenu mrežu dobavljača, proizvođača i pružatelja logistike koji rade zajedno kako bi osigurali pravovremenu isporuku visokokvalitetnih komponenti pogonima za sklapanje vozila za integraciju u električna vozila. Učinkovitost i koordinacija opskrbnog lanca ključni su za zadovoljenje rastuće potražnje za električnim vozilima diljem svijeta [64].

Baterija, električni vučni motor, pretvarač snage, kontroler, punjač, DC/DC pretvarač

Ove komponente često proizvode specijalizirani dobavljači koji su usredotočeni na pogonske sustave električnih vozila. Proizvodni pogoni za ove komponente nalaze se u različitim regijama diljem svijeta, uključujući Aziju, Sjevernu Ameriku i Europu. Proizvodni procesi uključuju napredne tehnike proizvodnje, uključujući preciznu strojnu obradu, montažu i testiranje. Jednom proizvedene, te se komponente šalju u tvornicu za sastavljanje vozila gdje se integriraju u električno vozilo tijekom završnog procesa sastavljanja. Ovisno o dobavljaču i proizvodnoj lokaciji, komponente se mogu prevoziti različitim načinima prijevoza, uključujući pomorski prijevoz, zračni prijevoz i kopneni prijevoz [64].

Mjenjač

Mjenjače za električna vozila najčešće proizvode dobavljači specijalizirani za komponente pogona. Ovi dobavljači imaju proizvodne pogone smještene u regijama s iskustvom u proizvodnji automobila, kao što su Njemačka, Japan i SAD. Proizvodni procesi uključuju lijevanje, strojnu obradu, rezanje zupčanika i montažu. Dovršeni prijenosi isporučuju se u tvornicu za sklapanje vozila, bilo izravno iz proizvodnog pogona dobavljača ili putem distribucijskih centara. Metode prijevoza mogu uključivati kamion ili željeznicu, ovisno o udaljenosti između dobavljača i tvornice za sastavljanje [64].

Baterijske ćelije

Baterijske ćelije proizvode specijalizirani proizvođači. Njihovi se objekti nalaze u regijama s koncentracijom stručnosti u tehnologiji baterija, poput Južne Koreje, Kine i Japana. Proizvodni procesi uključuju kemijsko miješanje, premazivanje, kalandriranje i sastavljanje komponenti ćelija. Nakon što se proizvedu, baterije se prevoze u pogone za sastavljanje paketa baterija, koji mogu biti u vlasništvu proizvođača vozila ili ugovoreni s dobavljačima

trećih strana. Čelije se obično prevoze u rasutom stanju morskim ili zračnim prijevozom do pogona za sastavljanje, gdje se sastavljaju u pakete baterija [64].

Sustav za hlađenje

Komponente sustava upravljanja toplinom, kao što su radijatori, pumpe rashladne tekućine i izmjenjivači topline, proizvode specijalizirani dobavljači za sustave upravljanja toplinom. Ovi dobavljači imaju proizvodne pogone smještene u regijama s ekspertizom u proizvodnji automobilskih dijelova. Jednom proizvedene komponente toplinskog sustava isporučuju se u tvornicu za sklapanje vozila radi integracije u vozilo. Metode prijevoza mogu uključivati kamion ili željeznicu, ovisno o lokaciji dobavljača i blizini tvornice za sastavljanje [64].

Priključak za punjenje

Priključke za punjenje proizvode dobavljači specijalizirani za električne komponente. Ovi dobavljači imaju proizvodne pogone smještene u regijama s ekspertizom u proizvodnji elektronike. Proizvodni procesi uključuju injekcijsko prešanje, sastavljanje i testiranje komponenti priključka za punjenje. Priključci za punjenje isporučuju se u tvornicu za sklapanje vozila radi ugradnje tijekom procesa sklapanja vozila. Metode prijevoza mogu uključivati kamionski ili zračni prijevoz, ovisno o lokaciji dobavljača i hitnosti isporuke [64].

8.3. Usporedba robnih tokova električnih automobila te vozila s unutarnjim izgaranjem

Robni tokovi električnih vozila razlikuju se u usporedbi s vozilima s unutarnjim izgaranjem zbog njihovih jedinstvenih električnih komponenti. Osim toga, imaju posebne zahtjeve za distribuciju.

Lanac opskrbe za električne komponente: Električna vozila zahtijevaju specijalizirane električne komponente kao što su baterije, električni motori, pretvarači i kontroleri, koji se ne nalaze u vozilima s unutarnjim izgaranjem. Ove komponente često imaju različite dobavljače i proizvodne procese u usporedbi s tradicionalnim automobilskim dijelovima, što dovodi do raznolikijeg i složenijeg lanca opskrbe za električna vozila. Osim toga, nabava materijala za proizvodnju baterije, kao što su litij i kobalt, može zahtijevati posebna razmatranja opskrbnog lanca zbog njihovih geoloških koncentracija i utjecaja na okoliš [65].

Proizvodnja i montaža: Električna vozila obično imaju drugačiji proces sklapanja u usporedbi s vozilima s unutarnjim izgaranjem zbog integracije električnih komponenti. Pogoni za sastavljanje vozila će morati prilagoditi svoje proizvodne linije i procese kako bi se prilagodili ugradnji i testiranju komponenti električnog pogona. Također može biti potrebna obuka za radnike na pokretnoj liniji za rukovanje specijaliziranom prirodnom komponenti električnih vozila [65].

Zahtjevi za distribuciju: Električna vozila i njihove komponente mogu imati posebne zahtjeve za prijevoz i rukovanje zbog svoje osjetljivosti na čimbenike okoliša i sigurnosna razmatranja. Baterijski paketi posebno zahtijevaju pažljivo rukovanje i prijevoz zbog svoje veličine, težine i potencijalnih sigurnosnih opasnosti. Specijalizirana oprema i pakiranje mogu biti potrebni kako bi se osigurao siguran i zaštićen prijevoz komponenti električnih vozila. Distribucijske mreže za komponente električnih vozila možda će trebati optimizirati kako bi se smanjile udaljenosti prijevoza i smanjio utjecaj na okoliš, posebno za komponente koje dolaze s udaljenih lokacija [65].

Infrastruktura punjenja: Električna vozila zahtijevaju infrastrukturu za punjenje, uključujući javne punionice i kućne punionice, za podršku njihovom radu. Na distribuciju električnih vozila može i dostupnost infrastrukture za punjenje u različitim regijama. Proizvođači i kreatori politika možda će morati koordinirati napore za proširenje infrastrukture za punjenje kako bi podržali široku primjenu električnih vozila [65].

8.4. Glavni nedostaci električnih vozila

Dok električna vozila nude značajne prednosti u smislu ekološke održivosti i energetske učinkovitosti, rješavanje nedostataka o kojima se manje raspravlja bit će ključno za ubrzanje širokog usvajanja električnih vozila i ostvarivanje njihovog punog potencijala u sektoru prijevoza.

Izazovi infrastrukture punjenja: Ograničena infrastruktura za punjenje u određenim regijama može biti značajna prepreka usvajanju električnih vozila. Neadekvatna dostupnost stanica za punjenje, osobito u ruralnim područjima ili regijama s ograničenim pristupom električnoj energiji, može dovesti do "zabrinutosti za domet" među vlasnicima električnih vozila. Čak i tamo gdje postoji infrastruktura za punjenje, zagušenja i vremena čekanja na

popularnim stanicama za punjenje mogu se pojaviti tijekom razdoblja najveće upotrebe, što dovodi do neugodnosti za vozače električnih vozila [66].

Propadanje baterije i troškovi zamjene: Litij-ionske baterije, koje se najčešće koriste u električnim vozilima, s vremenom se razgrađuju zbog čimbenika kao što su temperaturne fluktuacije, ciklusi punjenja i obrasci upotrebe. Slabljenje baterije može rezultirati smanjenim dometom vožnje i ukupnim performansama vozila. Troškovi zamjene baterije su značajni i mogu nadmašiti financijske prednosti posjedovanja električnog vozila. Iako su cijene baterija u padu, zamjena istrošene baterije i dalje je skup pothvat, potencijalno smanjujući dugoročnu isplativost vlasništva električnog vozila [66].

Utjecaj proizvodnje baterija na okoliš: Dok električna vozila proizvode nulte emisije iz ispušnih cijevi tijekom rada, proizvodnja litij-ionskih baterija ima posljedice za okoliš. Rudarstvo i prerada sirovina za baterije, poput litija, kobalta i nikla, može rezultirati uništavanjem staništa, zagađenjem vode i emisijom ugljika. Osim toga, energetske intenzivni proizvodni procesi uključeni u proizvodnju baterija mogu pridonijeti emisiji stakleničkih plinova, osobito ako se za proizvodnju električne energije koriste fosilna goriva [66].

Ograničenja težine i prostora: Baterije su teške i zauzimaju značajnu količinu prostora u električnom vozilu, ograničavajući kapacitet tereta i unutarnji prostor u usporedbi s vozilima s unutarnjim izgaranjem. To može biti nedostatak za električna vozila dizajnirana za određene primjene, kao što su gospodarska vozila ili SUV vozila gdje je prtljažni prostor ključan. Dodatna težina paketa baterija također može utjecati na dinamiku vozila, uključujući performanse upravljanja i kočenja, potencijalno ugrožavajući iskustvo vožnje u usporedbi s lakšim vozilima s unutarnjim izgaranjem [66].

Ovisnost o rijetkim zemljinim sirovinama: Električni motori i druge komponente u električnim vozilima često se oslanjaju na rijetke zemljine sirovine za svoj rad, kao što su litij, kobalt, nikel i mangan. Ekstrakcija i obrada ovih sirovina ima utjecaj na okoliš i podložna je geopolitičkim razmatranjima zbog njihove ograničene dostupnosti i neravnomjerne distribucije diljem svijeta. To predstavlja rizike i ranjivosti opskrbnog lanca, budući da poremećaji u opskrbi tim sirovinama utječu na proizvodnju i dostupnost električnih vozila [66].

Složenost recikliranja i odlaganja: Baterije električnih vozila sadrže opasne materijale i zahtijevaju specijalizirane postupke rukovanja i odlaganja na kraju svog životnog ciklusa.

Recikliranje litij-ionskih baterija složen je proces koji uključuje odvajanje i oporavak vrijednih materijala kao što su litij, kobalt i nikal uz smanjenje utjecaja na okoliš. Nedostatak standardizirane infrastrukture za recikliranje i propisa za takve baterije može predstavljati izazove u upravljanju odlaganjem na kraju životnog vijeka, što može dovesti do zagađenja okoliša ili zdravstvenih rizika ako se njima ne postupa ispravno [66].

Potencijalni utjecaj na električnu mrežu: Široka primjena električnih vozila mogla bi dodatno opteretiti električnu mrežu, osobito tijekom vršnih razdoblja punjenja. Koncentrirana potražnja za punjenjem na određenim lokacijama ili u doba dana mogla bi dovesti do lokalnog zagušenja mreže i povećane potražnje za električnom energijom, što zahtijeva nadogradnju postojeće infrastrukture. Upravljanje integracijom punjenja električnih vozila s obnovljivim izvorima energije i mjerama stabilnosti mreže bit će ključno za smanjenje ekoloških i gospodarskih učinaka povećane potrošnje električne energije iz električnih vozila [66].

9. KOMPONENTE POTREBNE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNH AUTOMOBILA

Dok vozila s unutarnjim izgaranjem koriste benzinske ili dizelske motore, električna vozila koriste elektromotore i pogone. Električna vozila su čišća jer nemaju izravne emisije, imaju bolje ubrzanje, zahtijevaju manje održavanja, ali imaju ograničeni domet i zahtijevaju infrastrukturu za punjenje vozila. Vozila s unutarnjim izgaranjem koriste postojeću infrastrukturu benzinskih postaja i imaju veći domet, ali proizvode emisije koje pridonose onečišćenju zraka. Za razliku od standardnih vozila gdje automobilska industrija koristi različite sirovine za proizvodnju automobila kao što su čelik, aluminij, plastika i guma, no što se tiče električnih vozila to nije slučaj. Glavne sirovine koje su potrebne za proizvodnju takvih vozila su litij, kobalt, nikel i mangan. U nastavku su objašnjenje sve sirovine te na karti prikazane koji su glavni proizvođači svake sirovine.

9.1. Litij za proizvodnju električnih automobila

Litij je srebrno bijeli mekan alkalijski metal koji je lako zapaljiv i reaktivan s vodom. Što se tiče njegove primjene i korištenja, može se koristiti za izradu maziva za industriju prijevoza, čelika i zrakoplovstva te u ostale namjene. Nadalje, gleda li se primjena litija u automobilskoj industriji (kod električnih vozila), on se uglavnom koristi kod punjivih litij-ionskih baterija (sustav za pohranu energije) koje služe za pogon električnih vozila. Za potražnju litija, gledajući granu baterija, može se reći da je samo u porastu čime se znatno povećava udio krajnje upotrebe litija.

Uzme li se u obzir tržišni udio od 25% za baterije, litij je dostupan samo od oko 2 milijuna pakiranja baterija što predstavlja samo 3% novih registracija vozila te se po tome vidi da je trenutna godišnja proizvodnja litija nedostatna za opskrbu tržišta električnih automobila. Kako se proizvodi sve više električnih automobila i baterija, predviđanje za potražnju litija do 2025. godine bit će oko 1,5 milijuna tona ekvivalenta litij karbonata, a do 2030. godine preko 3 milijuna tona. Gledaju li se najveći proizvođači litija, mogu se spomenuti sljedeći: Australija, Čile, Kina, Argentina, Brazil, Zimbabve, Portugal i SAD (najveći postotak proizvodnje preuzimaju prve tri države) [67]. Slikom 42 prikazane su države koje prevladavaju u proizvodnji litija.



Slika 42: Najveći proizvođači litija u svijetu

Izvor: Izradio autor

9.2. Mangan za proizvodnju električnih automobila

Mangan je tvrd sivi metal koji pripada skupini prijelaznih metala. Gleda li se upotreba mangana, njegov primarni odnosno najveći korisnik je industrija čelika te ga koriste kao leguru za povećanje čvrstoće i obradivosti građevinskog materijala. Osim te glavne upotrebe, koristi se i kao katodni materijal u proizvodnji cink-ugličnih i alkalnih baterija. Nadalje, mangan se može koristiti i kao aditiv za pomoć u premazu i zaštiti motora automobila nakon što se rafinira sirova nafta. Primjena koja najviše obećava je vezana uz litij-ionske baterije.

Srebrnasti metal koristi se za izradu litij-nikal-mangan-kobalt oksida za kojeg je karakteristično da poboljšava životni vijek baterije i njezino energetske opterećenje. Baterije koje u sebi sadrže taj mineralni sastav vrlo su tražene u sektoru električnih vozila.

Kao i kod litija, tržište mangana se nastavlja samo razvijati i rasti pa je korisno navesti odakle taj metal dolazi. Dakle, gotovo 38% globalnih mineralnih rezervi nalazi se u Južnoafričkoj Republici. Tu se mogu spomenuti i najveći proizvođači mangana, a to su: Južna Afrika, Gabon, Australija, Kina, Gana, Indija, Brazil, Ukrajina, Obala Bjelokosti i Malezija [68]. Slikom 43 prikazane su države koje prevladavaju u proizvodnji mangana.



Slika 43: Najveći proizvođači mangana u svijetu

Izvor: Izradio autor

9.3. Kobalt za proizvodnju električnih automobila

Kobalt je tvrdi srebrno bijeli metal (magnetičan je i ima visoku otpornost na koroziju) koji pripada skupini prijelaznih metala. Kako se kobalt nalazi samo u kemijski kombiniranom obliku, mora se odvojiti od iskopane rude. Ovaj metal uglavnom se proizvodi kao nusproizvod bakra i nikla. Zatim, prema agenciji (Benchmark Minerals) tri četvrtine kobalta proizvodi se iz rudnika primarne proizvodnje bakra, a 25% iz rudnika primarne proizvodnje nikla. Njegova primjena je najviše zastupljena kod litij-ionskih baterija koje pokreću električna vozila. Kao i kod prethodna dva metala, njegova potražnja i porast su izrazito veliki. Nadalje, kao glavni proizvođači kobalta mogu se izdvojiti sljedeći: Demokratska Republika Kongo, Indonezija, Rusija, Australija, Kanada, Filipini, Kuba, Papua Nova Gvineja, Madagaskar i Maroko [69]. Slikom 44 prikazane su države koje prevladavaju u proizvodnji kobalta.



Slika 44: Najveći proizvođači kobalta u svijetu

Izvor: Izradio autor

9.4. Nikal za proizvodnju električnih automobila

Nikal je srebrno bijeli sjajni metal (ima visoku otpornost na koroziju i oksidaciju) koji pripada skupini prijelaznih metala. Nikal i njegova primjena gledajući automobilsku industriju najizraženija je kod litij-ionskih baterija, kao i kod ostalih metala. Nikal je također bitan i u proizvodnji nehrđajućeg čelika. Sama budućnost globalnog tržišta nikla izgleda izrazito obećavajuća (kao i kod prethodnih metala) iz razloga jer industrija električnih automobila raste sve više i više, što potiče daljnju rudarsku aktivnost u zemljama koje su najveće, a u kojima se proizvodi nikal. Kao najveći proizvođači nikla mogu se izdvojiti: Indonezija, Filipini, Rusija, Nova Kaledonija, Australija, Kanada, Kina, Brazil i SAD [70]. Slikom 45 prikazane su države koje prevladavaju u proizvodnji nikla.



Slika 45: Najveći proizvođači nikla u svijetu
Izvor: Izradio autor

10. BUDUĆNOST AUTOMOBILSKE INDUSTRIJE

Budućnost automobilske industrije može se promatrati kao pogled na budućnost automobilskih tvornica te pogled na budućnost cestovnog prometa općenito.

10.1. Budućnost automobilskih tvornica

Budućnost automobilskih tvornica obuhvaća niz promjena koje će transformirati način na koji se proizvode automobili. U nastavku su ključni aspekti koji bi mogli oblikovati budućnost automobilskih tvornica.

Digitalizacija proizvodnje: To podrazumijeva integraciju naprednih tehnologija kao što su umjetna inteligencija, strojno učenje i Internet stvari u automobilske tvornice. Te tehnologije omogućuju optimizaciju proizvodnih procesa pružanjem uvida u podatke u stvarnom vremenu, prediktivnog održavanja i autonomnog rada. Na primjer, umjetna inteligencija može analizirati proizvodne podatke kako bi identificirala područja za poboljšanje, do senzori mogu pratiti performanse opreme i otkriti potencijalne kvarove prije nego što se dogode [71].

Fleksibilna proizvodnja: Buduće automobilske tvornice dat će prioritet fleksibilnosti kako bi se brzo prilagodile promjenama u potražnji, zahtjevima dizajna i tehnologiji. To uključuje korištenje modularnih proizvodnih platformi koje omogućuju jednostavnu rekonfiguraciju montažnih linija i usvajanje tehnologija proizvodnje za brzu izradu prototipa i prilagodbu. Fleksibilnost se također proteže na upravljanje opskrbnim lancem, s agilnim proizvodnim sustavima koji se mogu neprimjetno integrirati s dobavljačima i prilagoditi isporuku komponenti točno na vrijeme [71].

Automatizacija i robotika: Automatizacija će igrati ključnu ulogu u budućim automobilskim tvornicama, s robotima koji će preuzimati zadatke koji se ponavljaju kao što su sastavljanje, zavarivanje i bojanje, kao što je prikazano na slici 46. Kolaborativni roboti radit će uz ljudske radnike, povećavajući sigurnost i učinkovitost u tvornici. Napredni robotski sustavi opremljeni mogućnostima strojnog vida i umjetne inteligencije omogućit će zadatke koji zahtijevaju preciznost i spretnost, poput provjere kvalitete i kompliciranih procesa sklapanja [71].



Slika 46: Primjer autonomne proizvodnje automobila

Izvor: [72] <https://www.machineinsider.com/sensors-learn-how-to-think/>

Proizvodnja električnih vozila: Sa sve većim prihvaćanjem električnih vozila, automobilske tvornice morat će ponovno opremiti i rekonfigurirati svoje proizvodne linije kako bi se prilagodile proizvodnji baterija i komponenti električnog pogona. To može uključivati ulaganja u specijaliziranu opremu, kao što su linije za sklapanje baterija i pogoni za proizvodnju električnih motora. Partnerstva s dobavljačima baterija i istraživačkim institucijama bit će ključna za unapređenje tehnologije baterija i poboljšanje učinkovitosti proizvodnje [71].

Pametne tvornice: Buduće automobilske tvornice bit će opremljene međusobno povezanim sensorima i sustavima upravljanja koji čine temelj pametne proizvodnje. Ove pametne tvornice omogućit će praćenje i kontrolu proizvodnih procesa u stvarnom vremenu, omogućujući prediktivno održavanje, optimizaciju energije i osiguranje kvalitete. Napredna analitika i algoritmi umjetne inteligencije analizirat će ogromne količine podataka kako bi optimizirali proizvodne rasporede, smanjili vrijeme zastoja i poboljšali ukupnu učinkovitost [71].

Održivost: Održivost će biti ključni fokus budućih automobilskih tvornica, vođena ekološkim propisima te preferencijama potrošača. To uključuje smanjenje potrošnje energije,

minimiziranje stvaranja otpada i povećanje upotrebe obnovljivih materijala u proizvodnim procesima. Automobilske tvrtke ulagat će u energetske učinkovite tehnologije, poput LED rasvjete, solarnih panela i sustava za povrat topline, kako bi smanjile svoj ugljični otisak i utjecaj na okoliš [71].

Kibernetička sigurnost: Kako automobilske tvornice postaju sve više međusobno povezane i ovise o digitalnim tehnologijama, kibernetička sigurnost bit će najvažnija za zaštitu od kibernetičkih prijetnji i zaštitu osjetljivih podataka. To uključuje implementaciju snažnih mjera kibernetičke sigurnosti, poput vatrozida, enkripcije i sustava za otkrivanje upada, kako bi se spriječio neovlašteni pristup i povrede podataka. Redovite sigurnosne revizije i programi obuke zaposlenika bit će ključni kako bi se osigurala usklađenost s industrijskim standardima i smanjili sigurnosni rizici [71].

10.2. Budućnost cestovnog prometa

Do 2050. godine će biti uvedeno mnogo novih tehnologija kako bi se time poboljšala svakodnevnica, odnosno putovanje na posao ili školu te naravno bolji okoliš. Vizija budućnosti cestovnog prometa koji bi se razvijao do 2050. godine je prikazana na slici 47.

Velike dostavne tvrtke kao što su UPS i Amazon rade na dostavi paketa putem dronova. Amazon je kako se čini već spreman na to jer je postavio Prime Air uslugu koja dostavlja pakete do pet funti za 30 minuta ili čak manje. Tvrtka poput Ziplinea isporučuje cjepiva te druge medicinske potrepštine koje se prevoze zrakom koristeći bespilotne letjelice [73]. Korištenjem dronova za takve dostave se može itekako smanjiti broj kamiona na cestama.

Parkirališta za autonomna vozila su također u razvoju u budućnosti. Prema Victoria Transport Policy Institute, tranzicija s privatnih sadašnjih vozila na zajednička buduća autonomna vozila bi mogla smanjiti zahtjeve za parkiranje za čak 50%, ali da bi se to ostvarilo, zajednička bi vozila zahtijevala posebna parkirališta s električnim punionicama te usluge čišćenja vozila. Isto tako ako bi javnost koristila privatna autonomna vozila, relativno je mala vjerojatnost da će automobil biti vraćen kući zato jer će vrlo vjerojatno vlasnici željeti svoje vozilo da bude u blizini, a to bi opet značilo posebno mjesto za automobil [73].

U budućnosti će senzori biti skoro bilo gdje. Biti će ugrađeni u zgrade, semafore, vozila, pa čak i u cestama, a to će omogućiti tijekom prometa u stvarnom vremenu te bi se time mogle spriječiti nesreće [73].

Zahvaljujući velikim podacima te povezanim uređajima, javni prijevoz će u budućnosti prijeći s fiksnih vremenskih rasporeda i ruta na onaj gdje će broj dostupnih autobusa, vlakova, trajekata te ostalih javnih prijevoznih sredstava ovisiti o potražnji korisnika, a to bi moglo jako poboljšati operativnu učinkovitost te smanjiti vrijeme čekanja i gužve. Ove usluge omogućuju korisnicima da putem aplikacije kažu tvrtkama gdje žele da ih preuzmu, a vozači bi zatim pokupili kupce s virtualnih autobusnih stanica, a inteligentni softver radi na najbolji način da odveze putnike na odabrana odredišta [73].

Isto tako se razvijaju ceste solarnih panela. Tvrtke testiraju ceste solarnih ploča koje bi generirale energiju za električne mreže ili da bi punile električna vozila. Neki stručnjaci smatraju kada bi se asfaltne ceste pretvorile u ceste solarnih panela, tada bi moglo biti apsorbirano dovoljno sunčeve svjetlosti za napajanje cijelih gradova [73].



Slika 47: Zamišljena budućnost cestovnog prometa koji bi se razvijao do 2050.

Izvor: [74] <https://www.businessinsider.com/what-the-roads-of-the-future-could-look-like-2014-12>

11. VODEĆE KOMPANIJE ZA PROIZVODNJU AUTONOMNIH VOZILA U SVIJETU

Trenutno najznačajnije kompanije za proizvodnju autonomnih vozila u svijetu su: Tesla, Waymo, Aurora, Cruise, NVIDIA u SAD-u, zatim Baidu u Kini, BMW, Volkswagen, Mercedes-Benz u Njemačkoj te Toyota i Honda u Japanu [75]. Sve navedene autonomne kompanije prikazane su slikom 48.

11.1. Tesla, Waymo, Aurora, Cruise, NVIDIA u SAD-u

SAD je dom brojnih vodećih tvrtki u području autonomne vožnje. Tesla razvija svoje sustave autonomne vožnje pod imenom "Autopilot". Tesla vozila opremljena su sensorima i kamerama te koriste naprednu tehnologiju umjetne inteligencije za autonomnu vožnju. Također, General Motors je uložio značajne napore u razvoj autonomnih vozila kroz svoju podružnicu Cruise Automation. Cruise Automation je tvrtka specijalizirana za autonomnu vožnju, a GM je investirao znatna sredstva kako bi ubrzao razvoj ove tehnologije. Isto tako, Aurora Innovation je tvrtka koju su osnovali bivši inženjeri Wayma, Tesle i Ubera. Fokusiraju se na razvoj sigurnih i sofisticiranih sustava autonomne vožnje. Također bitna kompanije je tvrtka Waymo, tvrtka koja je nekada bila dio Googlea, sada je samostalna tvrtka pod okriljem tvrtke Alphabet. Tvrtka Waymo je poznata po svojoj dugogodišnjoj predanosti razvoju autonomnih tehnologija i trenutačno ima flotu autonomnih vozila koja se testiraju u stvarnom okruženju. Za kraj je tu tvrtka NVIDIA, koja iako ne proizvodi vozila, postaje bitna tvrtka u području autonomnih vozila zbog svojih tehnologija umjetne inteligencije i procesora koji se koriste za obradu podataka u stvarnom vremenu u autonomnim sustavima [75].

11.2. Tvrtka Baidu u Kini

Kina je također važna regija u industriji autonomne vožnje. Tvrtke poput Baidu razvijaju i testiraju autonomne tehnologije, a značajan broj startupa i tehnoloških divova u Kini ulaže u ovo područje. Baidu, kineska tehnološka tvrtka koja je uložila napore u autonomnu vožnju i razvila svoj sustav autonomnog vođenja pod nazivom Apollo [75].

11.3. BMW, Volkswagen, Mercedes-Benz u Njemačkoj

Njemačka je poznata po svojoj automobilskoj industriji, a nekoliko njemačkih proizvođača, poput BMW-a, Mercedes-Benza i Volkswagena aktivno sudjeluju u razvoju autonomnih vozila [75].

11.4. Toyota i Honda u Japanu

Japanski proizvođači automobila, poput Toyote i Honde, također su uključeni u istraživanje i razvoj autonomnih tehnologija [75].



Slika 48: Vodeće tvrtke za proizvodnju autonomnih vozila u svijetu

Izvor: Izradio autor

12. ZAKLJUČAK

Automobilska industrija značajno se razvila od svog početka u kasnom 19. stoljeću. Započelo je stvaranjem prvih vozila ručnom izradom u malim radionicama, nakon čega su uslijedile inovacije masovne proizvodnje poput proizvodne trake, koju je predvodio Henry Ford. Tijekom 20. stoljeća industrija je doživjela brzi rast i globalnu ekspanziju, uz napredak u sigurnosti, dizajnu i tehnologiji.

Cjelokupan proces formiranja robnih tokova automobilske industrije naglašava komplicirane procese koji dovode vozilo od sirovina pa do kraja njegovog životnog ciklusa. Prvo je proizvodnja samog automobila, a taj proces počinje dolaskom potrebnih sirovina te sastavljanjem vozila. Nakon što je vozilo gotovo, ključan aspekt je logistika i distribucija jer se gotov automobil mora dostaviti u prodajni objekte pritom koristeći intermodalni prijevoz, odnosno korištenje više prometnih grana kao što su cestovni, željeznički te vodni prijevoz. Kada vozilo stigne u prodajni objekt, počinje postupak kupnja novog automobila od strane potrošača. Potrošači koriste automobil do trenutka tehničke neispravnosti te na kraju dolazi kraj životnog vijeka automobila kada automobil više nije u voznom stanju i potrebno ga je zbrinuti na ekološki način.

Glavne sirovine koje se koriste u automobilskoj industriji su čelik, aluminij, plastika i guma. Čelik je kritičan materijal, a glavni proizvođač čelika je NR Kina. Može se dobiti iz čeličana, samih dobavljača ili pak iz recikliranog čelika. Dostavljači dostavljaju čelik tvornicama u obliku utisnutih limova, kovanih dijelova, lijevanih dijelova ili u obliku montažnih sklopova. Aluminij je također vrlo bitan, a daleko najveći proizvođač je također NR Kina. Aluminij se dobiva od samih proizvođača te dobavljača aluminijske, od tvrtki za lijevanje i kovanje te od recikliranog aluminijske. Dostavljači dostavljaju aluminij tvornicama u obliku odljevka, ekstruzije, strojno obrađenog dijela te u obliku različitih sklopova. Plastika je također bitna sirovina u proizvodnji automobila, a najveći proizvođači su NR Kina, SR Njemačka i SAD. Najčešće se dobiva od raznih tvrtki za injekcijsko prešanje, tvrtke koje se bave ekstruzijom, tvrtke za puhanje te tvrtke za termooblikovanje plastike. Dostavljači najčešće dostavljaju plastiku tvornicama u oblicima kao što su injekcijski lijevani dijelovi, termoformirani dijelovi, dijelovi lijevani puhanjem te kompozitni dijelovi. Isto kao i čelik, aluminij te plastika i guma također predstavlja ključnu sirovinu za proizvodnju automobila, a najveći proizvođači gume su Tajland

i Indonezija. Najčešće se dobiva od samih dobavljača ili proizvođača guma ili pak recikliranih guma. Dostavljači dostavljaju gumene komponente tvornicama u obliku prešanih dijelova, ekstrudiranih dijelova ili zalijepljenih dijelova.

Što se tiče glavnih proizvođača automobila u svijetu, tu se ističu redom: Volkswagen, Toyota, Stellantis, Mercedes-Benz Group, Ford, BMW, Honda, General Motors, SAIC, FAW. Što se tiče najvećih tvornica automobila u svijetu, tu se pak ističu sljedeće: Volkswagen u Njemačkoj, Hyundai u Južnoj Koreji, Mercedes Benz u Njemačkoj, Toyota u Japanu i Tesla u Nevadi. Također, najveći robno-transportni centri za prihvat automobila u svijetu su: luka Xuwen u Kini, Zeebrugge u Belgiji, Baltimore u SAD-u te Yokohama u Japanu.

Za razliku od standardnih vozila s unutarnjim izgaranjem, električna vozila za pogon koriste električnu energiju umjesto goriva, a glavni dijelovi električnih vozila su: glavna baterija, inverter snage, kontroler, električni vučni motor, punjač, mjenjač, DC/DC pretvarač, pomoćna baterija, sustav za hlađenje te priključak za punjenje. Također, robni tokovi električnih vozila se razlikuju u usporedbi s vozilima s unutarnjim izgaranjem zbog svojim jedinstvenih električnih komponenti kao što su baterije, električni motori, pretvarači i kontroleri koji se ne nalaze u vozilima s unutarnjim izgaranjem te imaju posebne zahtjeve za distribuciju. Za razliku od standardnih vozila s unutarnjim izgaranjem gdje automobilska industrija koristi glavne sirovine za proizvodnju automobila kao što su čelik, aluminij, plastika i guma, kod električnih vozila to nije slučaj. Glavne sirovine koje su potrebne za proizvodnju električnih automobila su litij, kobalt, nikel i mangan. Dok električna vozila nude prednosti u smislu ekološke održivosti, potrebno je prvo riješiti probleme o kojima se manje govori, a to su: izazovi infrastrukture punjenja, propadanje baterije i troškovi zamjene, utjecaj same proizvodnje baterija na okoliš, ograničenja težine i prostora zbog same baterije, ovisnost o rijetkim zemljinim sirovinama, složenost recikliranja i odlaganja na kraju životnog vijeka vozila te potencijalni utjecaj na električnu mrežu.

Budućnost automobilskih tvornica obuhvaća niz promjena koje će zauvijek promijeniti način na koji su se proizvodili automobili. Najistaknutije su promjene digitalizacija proizvodnje odnosno integracija naprednih tehnologija kao što su umjetna inteligencija, strojno učenje te Internet stvari, zatim automatizacija i robotika u kojima roboti rade uz ljudske radnike, povećavajući sigurnost i učinkovitost u tvornici. Također buduće automobilske tvornice će biti opremljene međusobno povezanim sensorima i sustavima upravljanja koji čine temelj

pametne proizvodnje. Isto tako, kako automobilske tvornice postaje sve više povezane i ovisne o digitalnim tehnologijama, kibernetička sigurnost će biti najvažnija za zaštitu od kibernetičkih prijetnji te zaštitu osjetljivih podataka. Što se tiče same budućnosti cestovnog prometa, do 2050. godine će biti uvedeno mnogo novih tehnologija kako bi se time poboljšala svakodnevica, odnosno putovanje na posao ili školu te naravno kako bi poboljšao okoliš. To su tehnologije kao što su dostava paketa putem dronova i parkirališta za autonomna vozila. Javni prijevoz u budućnosti prijeći će s fiksnih vremenskih rasporeda i ruta na onaj gdje će broj dostupnih autobusa, vlakova te ostalih javnih prijevoznih sredstava ovisiti o potražnji korisnika, a to bi moglo itekako poboljšati operativnu učinkovitost te smanjiti vrijeme čekanja i gužve. Također se razvijaju ceste solarnih panela. Neki stručnjaci smatraju kada bi se asfaltne ceste pretvorile u ceste solarnih panela, koje omogućuju apsorbiranje dovoljno sunčeve svjetlosti za napajanje cijelih gradova.

LITERATURA

- [1] Britannica. *History*. Preuzeto s: <https://www.britannica.com/technology/automotive-industry#ref65765>
- [2] b92. *Ovako je sve počelo - 104 godine Fordove montažne trake*. Preuzeto s: https://www.b92.net/o/automobili/aktuelno?nav_id=1250086
- [3] National Geographic. *Automobile*. Preuzeto s: <https://education.nationalgeographic.org/resource/automobile>
- [4] Britannica. *Model T*. Preuzeto s: <https://www.britannica.com/technology/Model-T>
- [5] MSC. *Automotive supply chains: The key considerations*. Preuzeto s: <https://www.msc.com/en/lp/blog/industries/2023/automotive-supply-chain>
- [6] Springer. *Supply chain of the automotive industry*. Preuzeto s: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10696-011-9082-7>
- [7] Discovery. *How are cars made?* Preuzeto s: <https://www.discoveryuk.com/how-its-made/how-are-cars-made/>
- [8] Car Commodity Chain. *Starting From Scratch*. Preuzeto s: <https://u.osu.edu/carcommoditychain/starting-from-scratch-2/>
- [8] Car Commodity Chain. *Starting From Scratch*. Preuzeto s: <https://u.osu.edu/carcommoditychain/starting-from-scratch-2/>
- [9] RPM. *Finished vehicle logistics: What is it and how it works*. Preuzeto s: <https://www.rpmmoves.com/blog/finished-vehicle-logistics-what-it-is-how-it-works>
- [10] USHIP. *Finished vehicle logistics: What is it and how it works*. Preuzeto s: <https://www.uship.com/guides/how-are-cars-shipped/>
- [11] Spyne. *How do Automotive Dealerships Work?* Preuzeto s: <https://www.spyne.ai/blogs/automotive-dealership>

- [12] Business Insider. *Car buying is never going back to normal*. Preuzeto s: <https://www.businessinsider.com/car-dealerships-shopping-inventory-prices-incentives-2023-1>
- [13] Kadence. *Understanding Consumer Segments in the Automotive Industry*. Preuzeto s: <https://kadence.com/en-us/understanding-consumer-segments-in-the-automotive-industry-9-types-of-car-buyers-and-their-personas/>
- [14] Explore. *Using a car*. Preuzeto s: <https://shorturl.at/a7lsr>
- [15] Earth911. *What Happens to Your Car at the End of Its Life Cycle?* Preuzeto s: <https://earth911.com/travel-living/automotive-recycling-car-end-life/>
- [16] ResearchGate. *Application of Steel in Automotive Industry*. Preuzeto s: https://www.researchgate.net/publication/313900101_Application_of_Steel_in_Automotive_Industry
- [17] PROCON. *Sheet Metal/Body parts*. Preuzeto s: <https://procon.com.pk/sheet-metal-body-parts/>
- [18] Steel Production. *How Steel Is Made*. Preuzeto s: <https://www.steel.org/steel-technology/steel-production/>
- [19] Commodity.com. *Learn The Value Of Steel & What Drives Its Price In 2024*. Preuzeto s: <https://commodity.com/precious-metals/steel/>
- [20] Harbor aluminium. *Aluminum Production and Manufacturing Process Explained*. Preuzeto s: <https://www.harboraluminum.com/en/aluminum-process>
- [21] LinkedIn. *What Are The Aluminum Alloys Used in Cars*. Preuzeto s: <https://www.linkedin.com/pulse/what-aluminum-alloys-used-cars-dolly-gao/>
- [22] Precisecast. *Aluminum Casting Company*. Preuzeto s: <https://precisecast.com/aluminum-casting-company/>
- [23] ResearchGate. *Aluminium supplier selection for the automotive parts manufacturer*. Preuzeto s: <https://shorturl.at/Ggh00>

- [24] Commodity.com. *How is Aluminum Made, Where's It From & What Drives the Price of Aluminum?* Preuzeto s: <https://commodity.com/precious-metals/aluminium/>
- [25] Holly Plastic Parts. *Automotive Plastic Injection Molding.* Preuzeto s: <https://www.hollyplasticparts.com/solution/automotive-plastic-injection-molding/>
- [26] DW Plastics. *What are the manufacturing processes for plastics?* Preuzeto s: <https://www.dwplastics.co.uk/manufacturing-processes-for-plastics/>
- [27] CDS. *Plastic Thermoforming.* Preuzeto s: <https://plastic-domes-spheres.com/plastic-thermoforming/>
- [28] Howmuch.net. *Where Does Plastic Come From? - The \$79 Billion Industry.* Preuzeto s: <https://howmuch.net/articles/plastic-trade-around-the-world>
- [29] King-Rubber. *Automotive products.* Preuzeto s: <https://www.king-rubber.com/automotive-products/>
- [30] RPM. *Rubber Manufacturing and the Automotive Industry.* Preuzeto s: <https://www.rpmrubberparts.com/blog/rubber-manufacturing-automotive-industry>
- [31] Zetwerk. *Rubber Components in Automobiles: A Deep Dive.* Preuzeto s: <https://www.zetwerk.com/resources/knowledge-base/miscellaneous/rubber-components-in-automobiles-a-deep-dive/>
- [32] ResearchGate. *Rubber extent in all rubber producing countries.* Preuzeto s: https://www.researchgate.net/figure/Rubber-extent-in-all-rubber-producing-countries-excluding-Bolivia-for-which-data-were_fig1_275151803
- [33] Carlogos.org. *The Largest Car Companies in the World (New).* Preuzeto s: <https://www.carlogos.org/reviews/largest-car-companies.html>
- [34] Moj volan. *10 zanimljivosti o volkswagenu.* Preuzeto s: <https://www.mojvolan.com/10-zanimljivosti-o-volkswagenu/>
- [35] AUTOCAR. *How the Volkswagen Group triumphed in a tough year.* Preuzeto s: <https://www.autocar.co.uk/car-news/business-dealership%2C-sales-and-marketing/how-volkswagen-group-triumphed-tough-year>

- [36] Automobili.hr. *Toyota – deset stvari koje (vjerojatno) niste znali*. Preuzeto s: <https://automobili.hr/novosti/zanimljivosti/toyota-deset-stvari-koje-vjerojatno-niste-znali>
- [37] AUTO DEALS. *Toyota Reduce Car Prices After Reduction in Taxes*. Preuzeto s: <https://autodeals.pk/blog/toyota-reduce-car-prices-after-reduction-in-taxes/>
- [38] Auto portal. *Stellantis – megatvrtka nastala 16. siječnja 2021. spajanjem FCA i PSA*. Preuzeto s: https://autoportal.hr/vremeplov/stellantis-megatvrtka-nastala-16-sijecnja-2021-spajanjem-fca-i-psa/#google_vignette
- [39] ETAuto. *Stellantis to give each of its 14 car brands 10 years of funding: CEO*. Preuzeto s: <https://auto.economictimes.indiatimes.com/news/stellantis-to-give-each-of-its-14-car-brands-10-years-of-funding-ceo/82630338>
- [40] Moj volan. *10 zanimljivosti o Mercedes Benzu*. Preuzeto s: <https://www.mojvolan.com/10-zanimljivosti-o-mercedes-benzu/>
- [41] Vascara. *Who Owns Mercedes-Benz? Where are Mercedes Cars Made?* Preuzeto s: <https://vascarabag.com/who-owns-mercedes-benz/>
- [42] Ford. *10 stvari koje niste znali o fordu*. Preuzeto s: <https://ford.hr/10-stvari-koje-niste-znali-o-fordu>
- [43] Ford. *Passion for performance*. Preuzeto s: <https://www.ford.com/new-performance-vehicles/>
- [44] Moj volan. *10 zanimljivosti o bmw-u*. Preuzeto s: <https://www.mojvolan.com/10-zanimljivosti-u-bmw-u/>
- [45] BMW Group. *PressClub Global Photo*. Preuzeto s: <https://shorturl.at/hpOR5>
- [46] Automobili.hr. *14 stvari koje možda niste znali o hondi*. Preuzeto s: <https://automobili.hr/novosti/zanimljivosti/14-stvari-koje-mozda-niste-znali-o-hondi>
- [47] Team Honda. *New Honda Car Models For Sale in Baton Rouge, LA*. Preuzeto s: <https://www.teamhonda.com/blogs/2522/uncategorized/team-honda-introduces-the-2021-honda-car-line-up/>

- [48] Poslovni.hr. *5 činjenica o General Motorsu koje možda niste znali*. Preuzeto s: <https://www.poslovni.hr/strane/general-motors-osnovan-je-na-danasnji-dan-ovih-5-cinjenica-o-njemu-mozda-niste-znali-279366>
- [49] InsideEVs. *General Motors EV Sales Might Hit A Record Of Over 30,000 In Q4*. Preuzeto s: <https://insideevs.com/news/693021/gm-ev-sales-potential-30000-q4/>
- [50] Objektiv. *Kupiš automobil, dobiješ podmornicu i avion: Predstavljamo koncept SAIC Motor Kun*. Preuzeto s: <https://objektiv.rs/vest/830544/kupis-automobil-dobijes-podmornicu-i-avion-predstavljamo-koncept-saic-motor-kun-foto/>
- [51] LinkedIn. *SAIC Motor Middle East*. Preuzeto s: <https://www.linkedin.com/company/saicmotorme/>
- [52] Nacional.hr. *Iz pogona tvornice FAW-Volkswagen do sad izašlo 25 milijuna vozila*. Preuzeto s: <https://www.nacional.hr/iz-pogona-tvornice-faw-volkswagen-do-sad-izasl-25-milijuna-vozila/>
- [53] Automotive News Europe. *FAW readies electric SUV offering autonomous driving*. Preuzeto s: <https://europe.autonews.com/automakers/faw-readies-electric-suv-offering-autonomous-driving>
- [54] Motor octane. *Largest Car Factories in the world in 2021*. Preuzeto s: <https://motoroctane.com/news/213409-largest-car-factories-world>
- [55] IDENTEC SOLUTIONS. *RO-RO Cargo Operations: Tech Support For Optimal Logistics*. Preuzeto s: <https://www.identecsolutions.com/news/roro-cargo-operations-tech-support-for-optimal-logistics>
- [56] CGTN. *Xuwen Port: World's largest passenger-cargo ro-ro terminal*. Preuzeto s: <https://news.cgtn.com/news/2023-04-11/Xuwen-Port-World-s-largest-passenger-cargo-ro-ro-terminal-1iV5OTJDn3O/index.html>
- [57] Sohu. *Xuwen Port: the southernmost port in Chinese Mainland*. Preuzeto s: https://www.sohu.com/a/666168214_120046696

- [58] Automotive LOGISTICS. *Zeebrugge port increases vehicle handling and sustainability*. Preuzeto s: <https://www.automotivelogistics.media/sustainability/zeebrugge-port-increases-vehicle-handling-and-sustainability/42744.article>
- [59] PROJECT CARGO JOURNAL. *Brexit may prove very painful for ro/ro terminals in Zeebrugge*. Preuzeto s: <https://www.projectcargojournal.com/ports-and-terminals/2019/02/25/brexit-may-prove-very-painful-for-ro-ro-terminals-in-zeebrugge/>
- [60] Automotive. *Port of Baltimore to add additional land to handle surging auto cargo*. Preuzeto s: <https://www.automotivepurchasingandsupplychain.com/port-of-baltimore-to-add-additional-land-to-handle-surging-auto-cargo/>
- [61] AUTOSHIPPERS. *Information on the Port of Yokohama, History & Facilities*. Preuzeto s: https://www.autoshippers.co.uk/car_shipping_ports/yokohama-japan.htm
- [62] Shutterstock. *Many new cars parking before shipping to Dealer Customer, Cars shipping to Ro-Ro Ship for import export Freight forwarding , Logistics transportation dealer shipping Cars Export Terminal at Yokohama*. Preuzeto s: <https://www.shutterstock.com/image-photo/many-new-cars-parking-before-shipping-2221465485>
- [63] Omazaki. *Electric Car Components and Functions*. Preuzeto s: <https://www.omazaki.co.id/en/electric-vehicle-components/>
- [64] C3Controls. *Understanding the Design and Manufacture of Electric Vehicles - New Trends in Technology*. Preuzeto s: <https://www.c3controls.com/white-paper/understanding-the-design-and-manufacture-of-electric-vehicles/>
- [65] Oeko. *Raw material consumption of cars with combustion engines and electric vehicles in comparison*. Preuzeto s: <https://www.oeko.de/en/news/latest-news/raw-material-consumption-of-cars-with-combustion-engines-and-electric-vehicles-in-comparison/>
- [66] Carwow. *Disadvantages of electric cars*. Preuzeto s: <https://www.carwow.co.uk/guides/choosing/disadvantages-of-electric-cars>

- [67] World Economic Forum. *This chart shows which countries produce the most lithium.* Preuzeto s: <https://www.weforum.org/agenda/2023/01/chart-countries-produce-lithium-world/>
- [68] Investingnews.com. *Top 10 Manganese-producing Countries.* Preuzeto s: <https://investingnews.com/daily/resource-investing/battery-metals-investing/manganese-investing/top-manganese-producing-countries/>
- [69] Investingnews.com. *Top 10 Cobalt Producers by Country.* Preuzeto s: <https://investingnews.com/where-is-cobalt-mined/>
- [70] Investingnews.com. *Top 9 Nickel-producing Countries.* Preuzeto s: <https://investingnews.com/daily/resource-investing/base-metals-investing/nickel-investing/top-nickel-producing-countries/>
- [71] ETAuto. *Opinion: Emerging mega technology trends that drive auto industry to the future.* Preuzeto s: <https://auto.economictimes.indiatimes.com/news/auto-technology/general-motors-red-hat-join-to-trailblaze-future-of-software-defined-vehicles/91490088>
- [72] Machine Insider. *Autonomous manufacturing in car production.* Preuzeto s: <https://www.machineinsider.com/sensors-learn-how-to-think/>
- [73] News24. *This is what our roads could look like in 2050.* Preuzeto s: https://www.news24.com/wheels/news/guides_and_lists/this-is-what-our-roads-could-look-like-in-2050-20200402
- [74] INSIDER. *What The Roads Of The Future Could Look Like.* Preuzeto s: <https://www.businessinsider.com/what-the-roads-of-the-future-could-look-like-2014-12>
- [75] Technologymagazine.com. *Top 10: Autonomous vehicle companies.* Preuzeto s: <https://technologymagazine.com/top10/top-10-autonomous-vehicle-companies>

POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 1: Jedna od prvih tvornica za serijsku proizvodnju automobila | 3 |
| Slika 2: Fordov model T | 5 |
| Slika 3: Opskrbni lanac automobilske industrije | 7 |
| Slika 4: Početak proizvodnje automobila | 8 |
| Slika 5: Prijevoz gotovih automobila RO-RO brodovima | 9 |
| Slika 6: Kupnja novog automobila | 10 |
| Slika 7: Korištenje automobila..... | 12 |
| Slika 8: Kraj životnog vijeka automobila..... | 13 |
| Slika 9: Čelični dijelovi automobila..... | 14 |
| Slika 10: Čeličane za proizvodnju čelika | 15 |
| Slika 11: Najveći proizvođači čelika u svijetu | 17 |
| Slika 12: Aluminijski dijelovi automobila..... | 18 |
| Slika 13: Primjer tvrtke za lijevanje kao izvor aluminija | 19 |
| Slika 14: Najveći proizvođači aluminija u svijetu..... | 21 |
| Slika 15: Plastični dijelovi automobila | 21 |
| Slika 16: Prikaz termooblikovanja kao proces proizvodnje plastike | 23 |
| Slika 17: Najveći proizvođači plastike u svijetu | 25 |
| Slika 18: Gumeni dijelovi automobila..... | 26 |
| Slika 19: Najveći proizvođači gume u svijetu | 29 |
| Slika 20: Vozila tvrtke Volkswagen | 30 |
| Slika 21: Vozila tvrtke Toyota | 31 |
| Slika 22: Vozila tvrtke Stellantis | 32 |
| Slika 23: Vozila tvrtke Mercedes-Benz Group | 33 |
| Slika 24: Vozila tvrtke Ford | 34 |
| Slika 25: Vozila tvrtke BMW | 35 |
| Slika 26: Vozila tvrtke Honda..... | 36 |
| Slika 27: Vozila tvrtke General Motors..... | 37 |
| Slika 28: Vozila tvrtke SAIC | 38 |
| Slika 29: Vozila tvrtke FAW | 39 |
| Slika 30: Najveće kompanije automobilske industrije u svijetu..... | 39 |

| | |
|--|----|
| Slika 31: Najveće kompanije automobilske industrije u Europi | 40 |
| Slika 32: Tvornica Volkswagen u Wolfsburgu u Njemačkoj | 41 |
| Slika 33: Tvornica Hyundai u Južnoj Koreji | 42 |
| Slika 34: Tvornica Tesla u Nevadi | 43 |
| Slika 35: Tvornica Mercedes Benz u Sindelfingenu u Njemačkoj..... | 44 |
| Slika 36: Tvornica Toyota u Japanu | 45 |
| Slika 37: Luka Xuwen u Kini | 47 |
| Slika 38: Luka Zeebrugge u Belgiji | 48 |
| Slika 39: Luka Baltimore u SAD-u | 49 |
| Slika 40: Luka Yokohama u Japanu..... | 50 |
| Slika 41: Glavni dijelovi električnih automobila | 53 |
| Slika 42: Najveći proizvođači litija u svijetu..... | 60 |
| Slika 43: Najveći proizvođači mangana u svijetu..... | 61 |
| Slika 44: Najveći proizvođači kobalta u svijetu | 62 |
| Slika 45: Najveći proizvođači nikla u svijetu | 63 |
| Slika 46: Primjer autonomne proizvodnje automobila | 65 |
| Slika 47: Zamišljena budućnost cestovnog prometa koji bi se razvijao do 2050. | 67 |
| Slika 48: Vodeće tvrtke za proizvodnju autonomnih vozila u svijetu..... | 69 |

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je ZAVRŠNI RAD
(vrsta rada)

isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten 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.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom GLAVNA OBLJEŽJA ROBNIH TOKOVA AVTOMOBILSKE INDUSTRIJE u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 29.5.2024.

DANIŠEL NOVOSEL
(ime i prezime, potpis)