Korištenje održivih tehnologija za razvoj održivih lakih teretnih vozila

Matušin, Patricija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:972448

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-20**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

Sveučilište
Sjever

Završni rad br 057/LIM/2024.

Korištenje održivih tehnologija za razvoj održivih lakih teretnih vozila

Patricija Matušin, 0336050260

Varaždin, lipanj 2024. godine

Sveučilište Sjever

Odjel za logistiku i održivu mobilnost

Završni rad br. 057/LIM/2024.

Korištenje održivih tehnologija za razvoj održivih lakih teretnih vozila

Student

Patricija Matušin, 0336050260

Mentor

Ante Klečina, mag.ing.traff.

Varaždin, lipanj 2024. godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR–42000 Varaždin

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Logistika i održiva mobilnost

STUDIJ Logistika i mobilnost

PRISTUPNIK Patricija Matušin | MATIČNI BROJ 0336050260

DATUM 10.09.2024. | KOLEGIJ Prometna logistika

NASLOV RADA Korištenje održivih tehnologija za razvoj održivih lakih teretnih vozila

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Using sustainable technologies to develop sustainable light goods vehicles

MENTOR Ante Klečina, mag. ing. traff. | ZVANIE Predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. izv.prof.dr.sc. Predrag Brlek, predsjednik
2. Ivan Cvitković, predavač, član
3. Ante Klečina, predavač, mentor
4. Petra Tišler Kovač, predavač, zamjenska članica
5.

Zadatak završnog rada

BROJ 057/LIM/2024

OPIS

U radu su uspoređeni ESG kriteriji (Environmental, social, governance) sa generalnim ciljevima Planova održive urbane mobilnosti. Sami ESG kriteriji postavljaju se za poduzeća, dok Planove održive urbane mobilnosti donose sami gradovi zajedno sa svojim regijama. Glavni zadatak u radu jest usporediti ESG kriterije zajedno s kriterijima održivosti u Planovima održive urbane mobilnosti, te vidjeti da li su isti komplementarni, te predložiti kako se ta komplementarnost može dodatno poboljšati, a na korist čitave zajednice.

U radu je potrebno istražiti što su to ESG kriteriji, te koje kriterije postavljaju planovi održive urbane mobilnosti. Uz to potrebno je opisati i primjere dobre prakse planova održive urbane mobilnosti u nekoliko europskih gradova. Na kraju je potrebno usporediti Plan održive urbane mobilnosti grada Varaždina s ESG kriterijima, te u iznijeti smjernice kako ESG kriteriji i Planovi održive urbane mobilnosti mogu postati još više komplementarni.

ZADATAK URUČEN 10.09.2024.

POTPIS MENTORA

REPUBLIKA HRVATSKA KOPRIVNICA SVEUČILIŠTE SJEVER

Sveučilište
Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU

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

Ja, PATRICIJA MATUŠIN *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog *(obrisati nepotrebno)* rada pod naslovom KORIŠTENJE OBNOVIVIH TEHNOLOGIJA ZA RAZVOJ OBNOVIVIH LAKIH TERETNIH VOZILA *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Matušin
(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

PREDGOVOR

Ovaj rad posvećujem svojoj obitelji, prijateljima i svima koji su bili uz mene za vrijeme mog studiranja te im se zahvaljujem na svakom obliku podrške i pomoći. Mentoru, Ante Klečina, mag.ing.traff., zahvaljujem se od srca na svim savjetima i pomoći oko pisanja završnog rada te kao i ostalim profesorima Sveučilišta Sjever na nesebičnom prenošenju znanja i iskustava.

SAŽETAK

Laka teretna vozila predstavljaju ključnu komponentu suvremenog logističkog sustava i prijevoza. Njihove glavne prednosti uključuju manje troškove održavanja i goriva te veću pokretljivost i fleksibilnost u usporedbi s teškim teretnim vozilima. Održivi pogoni kod cestovnih vozila uključuju: baterijski električni pogon, vodikove gorive ćelije, hibridna vozila te druga alternativna goriva koja nemaju primarnih štetnih emisija u okoliš. Električna vozila nude nultu emisiju tijekom vožnje, vodikove gorive ćelije omogućuju dug domet i brzo punjenje, hibridna vozila kombiniraju prednosti električnih i konvencionalnih motora, dok sva alternativna goriva smanjuju ovisnost o fosilnim gorivima. Napredni materijali, uključujući lagane legure, polimere, kompozitne materijale te reciklirane i biološki razgradive materijale, smanjuju težinu vozila i povećavaju njihovu energetsku efikasnost, istovremeno smanjujući potrebu za novim resursima i smanjujući otpad. Pametne tehnologije, poput telematike i autonomne vožnje omogućuju optimizaciju rada vozila, smanjenje potrošnje energije i povećanje sigurnosti. Regulativa igra ključnu ulogu u osiguravanju sigurnosti, pouzdanosti i prihvatljivosti novih tehnologija, dok propisi i standardi koje postavljaju međunarodna i nacionalna tijela osiguravaju da održiva laka teretna vozila mogu učinkovito i sigurno funkcionirati.

Ključne riječi: laka teretna vozila održivi pogoni, napredni materijali, pametna tehnologija, regulativa

SUMMARY

Light freight vehicles represent a key component of the modern logistics system and transportation. Their main advantages include lower maintenance and fuel costs and greater mobility and flexibility compared to heavy goods vehicles. Sustainable drives for road vehicles include: battery electric drive, hydrogen fuel cells, hybrid vehicles and other alternative fuels that have no primary harmful emissions into the environment. Electric vehicles offer zero emissions while driving, hydrogen fuel cells enable long range and fast charging, hybrid vehicles combine the advantages of electric and conventional engines, while all alternative fuels reduce dependence on fossil fuels. Advanced materials, including light alloys, polymers, composite materials and recycled and biodegradable materials, reduce the weight of vehicles and increase their energy efficiency, while reducing the need for new resources and reducing waste. Smart technologies, such as telematics and autonomous driving, enable optimization of vehicle operation, reduction of energy consumption and increase of safety. Regulation plays a key role in ensuring the safety, reliability and acceptance of new technologies, while regulations and standards set by international and national bodies ensure that sustainable light goods vehicles can operate efficiently and safely.

Keywords: light freight vehicles, sustainable drives, advanced materials, smart technology, regulation

POPIS KORIŠTENIH KRATICA

CO_2 - kemijska oznaka za ugljikov dioksid

NEV - nova električna vozila

HEV - hibridna električna vozila

EV - električna vozila

ICE - internal combustion engine, motor s unutarnjim izgaranjem

H_2 - kemijska oznaka za vodik

CFD - Computational fluid dynamics, računalna dinamika fluida

IoT - Internet of Things, Internet Stvari

IoV - Internet of Vehicles, Internet Vozila

ADAS - Advanced driver assistance systems

GPS - Global positioning system

ITS - inteligentni transportni sustavi

SAE - globalna profesionalna udruga i organizacija za norme

CAFE - Corporate Average Fuel Economy

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. LAKA TERETNA VOZILA U CESTOVNOM PROMETU 2
2.1. RAZVOJ LAKIH TERETNIH VOZILA 2
2.2. VRSTE LAKIH TERETNIH VOZILA 3
2.3. PRIMJENA LAKIH TERETNI VOZILA 4
3. ODRŽIVI POGONI 5
3.1. ELEKTRIČNA VOZILA 5
3.2. VODIKOVE GORIVE ČELIJE 7
3.3. HIBRIDNA VOZILA 9
3.4. ALTERNATIVNA GORIVA 12
3.5. ODRŽIVI POGONI ZA LAKA TERETNA VOZILA 13
4. ODRŽIVI MATERIJALI 14
4.1. LAGANI MATERIJALI 14
4.1.1. NAPREDNI ČELIK VISOKE ČVRSTOĆE 14
4.1.2. ALUMINIJSKE LEGURE 15
4.1.3. MAGNEZIJSKE LEGURE 15
4.1.4 POLIMERI 16
4.1.5. KOMPOZITNI MATERIJALI 16
4.2. RECIKLIRANI MATERIJALI 17
4.3. BIOLOŠKI RAZGRADIVI MATERIJALI 17
4.4. SUVREMENI MATERIJALI PRI IZRADI LAKIH TERETNIH VOZILA 19
5. DIZAJN I AERODINAMIKA 21
5.1. AERODINAMIČKI NAPREDAK U IZRADI LAKIH TERETNIH VOZILA 22
6. PAMETNE TEHNOLOGIJE I POVEZANOST 24
6.1. TELEMATIKA 24
6.2. AUTONOMNA VOŽNJA 25
6.3. PAMETNE TEHNOLOGIJE SPECIFIČNE ZA LAKA TERETNA VOZILA 26
7. EKOLOŠKI UTJECAJ I REGULATIVA 28

8. ZAKLJUČAK 30
9. LITERATURA 31

1. UVOD

Laka teretna vozila prvenstveno su poznata po svojoj kompaktnoj veličini i učinkovitoj sposobnosti prijevoza tereta. Dolaze u različitim oblicima, uključujući automobile, kombije, kamione itd. Poznati su po svojoj upravljivosti i učinkovitoj potrošnji goriva te igraju bitnu ulogu u gradskim uslugama dostave, trgovinama i malim poduzećima. Unatoč brojnim prednostima sadrže i nedostatke koji uključuju lokalno onečišćenje zraka, emisije stakleničkih plinova, prometna zagušenja, buku, smrtnost od nesreća te gubitak otvorenog prostora za ceste, parkirališta i urbano širenje. Lokalno onečišćenje zraka potaknulo je Europu da zatraži strožu kontrolu toksičnih emisija iz vozila. Problem stakleničkih plinova visoko je na europskom dnevnom redu, kao i u mnogim državama, općinama i civilnim institucijama u svijetu [1]. Sve nacije trenutno ovise o fosilnim gorivima za proizvodnju energije, a ta fosilna goriva nisu održivi izvori. Kako bi se zadovoljile energetske potrebe globalnog stanovništva koje sve brže raste, neophodno je prijeći na alternativni, održivi izvor energije koji ne utječe negativno na okoliš [2].

Ovaj rad ima za cilj istražiti i analizirati dostupne podatke vezano za smanjenje štetnog utjecaja lakih teretnih vozila na okoliš. Održivi pogoni i različite tehnologije nude nova efikasna rješenja u smanjenju ispušnih plinova, emisija CO_2 te smanjenju potrošnje fosilnih goriva. Sve se više u današnje vrijeme spominju električna i hibridna vozila te različiti načini na koje oni funkcioniraju. Također, bitno je naglasiti održive materijale koji se sve više koriste u proizvodnji i dizajniranju vozila. Materijali kao što su napredni čelik visoke čvrstoće, aluminijske i magnezijske legure, polimeri i kompozitni materijali, zajedno s recikliranim i biološki razgradivim materijalima, omogućuju smanjenje težine vozila i povećanje njihove energetske efikasnosti. Dizajn i aerodinamika vozila igraju ključnu ulogu u optimizaciji performansi, dok pametne tehnologije i povezanost, uključujući telematiku i autonomnu vožnju, donose nove mogućnosti za sigurnije i efikasnije upravljanje vozilima. Sve ove inovacije moraju biti podržane odgovarajućim regulatornim okvirima koji osiguravaju sigurnost, pouzdanost i prihvatljivost novih tehnologija.

Analizirati će se kako ove komponente zajedno doprinose smanjenju ekološkog otiska, povećanju energetske efikasnosti i poboljšanju ukupne održivosti lakih teretnih vozila. Kroz istraživanje, nastojati će se pružiti sveobuhvatan pregled trenutnih trendova i budućih smjerova razvoja u ovom važnom području.

2. LAKA TERETNA VOZILA U CESTOVNOM PROMETU

Laka teretna vozila čine značajan dio suvremenog prometnog i logističkog sustava. Zbog svoje svestranosti i funkcionalnosti, ova vozila su neizostavan alat u različitim industrijama, od dostavnih službi i maloprodaje do obrtničkih djelatnosti. U urbanim sredinama, gdje su uske ulice i ograničena parkirališna mjesta česta pojava, laka teretna vozila pružaju idealno rješenje za prijevoz manjih tereta. S maksimalnom dopuštenom masom do 3,5 tone, ova vozila nude niz prednosti koje ih čine privlačnim izborom za brojne poslovne korisnike. Kroz povijest, laka teretna vozila su se razvijala u skladu s tehnološkim napretkom i promjenama u industrijskim potrebama, prilagođavajući se zahtjevima tržišta i potrošača [3].

2.1. RAZVOJ LAKIH TERETNIH VOZILA

Prvi koraci u razvoju lakih teretnih vozila vežu se uz početke automobilske industrije krajem 19. i početkom 20. stoljeća. U to vrijeme, većina vozila bila je namijenjena prijevozu ljudi, ali ubrzo se pojavila potreba za vozilima koja mogu prevoziti teret. Prvi teretni automobili bili su jednostavne modifikacije postojećih putničkih vozila, s dodatnim prostorom za teret umjesto putnika. Početkom 20. stoljeća pojavila su se vozila dizajnirana specifično za prijevoz tereta, s jačim motorima, većim kapacitetom i robusnijom konstrukcijom. Ova su vozila bila preteča modernih lakih teretnih vozila. Nakon Drugog svjetskog rata, gospodarski rast i urbanizacija doveli su do sve većih zahtjeva za učinkovitom dostavom robe unutar gradova. Ovo je razdoblje obilježeno ekspanzijom malih i srednjih poduzeća, što je dodatno potaknulo potrebu za lakim teretnim vozilima. U pedesetim i šezdesetim godinama 20. stoljeća, kombi vozila postala su izuzetno popularna. Ova vozila su nudila značajnu nosivost, ali i praktičnost koja je odgovarala potrebama malih poduzeća, obrtnika i dostavnih službi. Veliki proizvođači, kao što su Ford, Volkswagen i Fiat, lansirali su modele koji su postali standard u industriji. Sedamdesetih i osamdesetih godina 20. stoljeća, laka teretna vozila prošla su kroz značajne tehnološke promjene. Uvođenje laganih, ali čvrstih materijala, poput aluminija i kompozitnih materijala, smanjilo je težinu vozila, čime su poboljšane performanse i smanjena potrošnja goriva. Paralelno s time, razvoj učinkovitijih motora i prijenosnih sustava doveo je do povećanja nosivosti i pouzdanosti ovih vozila. Elektronika je također počela igrati sve veću ulogu u poboljšanju sigurnosti i učinkovitosti. Uvođenje elektroničkog ubrizgavanja goriva, sustava za kontrolu stabilnosti i naprednih kočionih sustava poboljšalo je vozna svojstva i sigurnost [4].

Ulaskom u 21. stoljeće, razvoj lakih teretnih vozila postao je snažno usmjeren prema smanjenju utjecaja na okoliš. Rast ekološke svijesti i stroži propisi o emisijama doveli su do razvoja novih pogonskih sustava. Električna laka teretna vozila, hibridni modeli i vozila na alternativna goriva, kao što su prirodni plin i biogoriva, postali su sve prisutniji na tržištu. Paralelno s razvojem ekološki prihvatljivijih pogonskih sustava, značajan napredak postignut je i u području povezanosti i autonomnih vozila. Moderni modeli lakih teretnih vozila često su opremljeni sustavima za praćenje i telematikom, koji omogućuju optimizaciju ruta, praćenje vozila u realnom vremenu i smanjenje operativnih troškova. Autonomna laka teretna vozila, iako još uvijek u fazi testiranja i razvoja, obećavaju revoluciju u dostavi i logistici. Ova vozila mogu značajno smanjiti operativne troškove i povećati učinkovitost, dok istovremeno smanjuju rizik od ljudske pogreške [4].

2.2. VRSTE LAKIH TERETNIH VOZILA

Laka teretna vozila dolaze u različitim oblicima i konfiguracijama, kako bi zadovoljila specifične potrebe različitih industrija i djelatnosti. Njihova raznolikost omogućuje široku primjenu u različitim poslovnim scenarijima, od malih dostava u urbanim sredinama do prijevoza specijalizirane opreme na terenu. Svaka vrsta vozila nudi jedinstvene prednosti i prilagodljivost, čineći ih ključnim alatima u poslovanju [5].

Kombi vozila su među najpopularnijim i najčešće korištenim vrstama lakih teretnih vozila. Njihova zatvorena konstrukcija pruža zaštitu tereta od vremenskih uvjeta i neovlaštenog pristupa, što ih čini idealnim za prijevoz vrijedne ili osjetljive robe. Postoje različite vrste kombija, ovisno o njihovoj veličini i namjeni. Mali kombiji imaju manji kapacitet i najčešće se koriste za dostavu manjih paketa ili kao službena vozila za tehničke servise. Njihova kompaktna veličina omogućuje lako manevriranje i parkiranje u urbanim sredinama. Srednji kombiji nude veći kapacitet i koriste se za prijevoz većih tereta ili više manjih pošiljki odjednom. Često se koriste za dostavu robe iz skladišta do trgovina ili kupaca. Veliki kombiji pružaju maksimalni kapacitet unutar kategorije kombija i često se koriste za specijalizirane dostave, poput prijevoza namještaja ili velikih količina robe. [5]

Pikap vozila su prepoznatljiva po svom otvorenom teretnom prostoru na stražnjem dijelu vozila. Namijenjena su prijevozu težih i glomaznijih tereta, često onih koji nisu osjetljivi na vremenske uvjete. Zbog svoje robusnosti, pikap vozila su omiljena u industrijama poput građevinarstva, poljoprivrede i servisa na terenu. Jednostruki kabinski pikap ima samo jedan red sjedala, s većim teretnim prostorom [5].

Ova vrsta je idealna za situacije kada je prioritet prevesti što više tereta. Dvosmjerni kabinski pikap ima dva reda sjedala, omogućujući prijevoz više putnika. Ova vozila pružaju dobru ravnotežu između prijevoza ljudi i tereta. Teški pikap ima pojačanu šasiju i ovjes, što mu omogućuje prijevoz izrazito teških tereta ili vuču prikolica [5].

Mali kamioni su prijelaz između lakih i teških teretnih vozila. Ova vozila nude veću nosivost od kombija, a pritom zadržavaju relativno kompaktne dimenzije koje omogućuju kretanje kroz gradske ulice. Često imaju kutijastu konstrukciju koja omogućuje fleksibilno opremanje, poput ugradnje rashladnih jedinica za prijevoz kvarljive robe. Sandučari su mali kamioni koji imaju zatvoreni teretni prostor u obliku sanduka, idealan za prijevoz robe koja zahtijeva zaštitu od vanjskih uvjeta. Koriste se u maloprodaji, distribuciji i dostavi. Otvoreni kamioni imaju ravnu platformu bez bočnih stranica, što olakšava utovar i istovar velikih i teških predmeta. Često se koriste u građevinarstvu i za prijevoz materijala. Hladnjače su mali kamioni opremljeni rashladnim sustavima za prijevoz kvarljive hrane i lijekova. Pogodni su za distribuciju u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji [5].

Dostavna vozila specijalizirana su za brzu i efikasnu dostavu manjih paketa, posebno u urbanim sredinama. Ova vozila su obično manja, što omogućuje lako manevriranje kroz uske gradske ulice i parkiranje na malim prostorima. Dostavna vozila često koriste kurirske i logističke tvrtke [5].

2.3. PRIMJENA LAKIH TERETNIH VOZILA

Laka teretna vozila koriste se u raznim sektorima zbog svoje svestranosti i funkcionalnosti. Zbog svoje brzine i prilagodljivosti, neizostavna su u dostavnim i kurirskim službama. Omogućuju brzu i učinkovitu dostavu paketa unutar gradova, kao i na regionalnim rutama. Obrtnici često koriste laka teretna vozila za prijevoz alata, opreme i materijala na gradilišta ili radna mjesta. Njihova prilagodljivost omogućuje obrtnicima da prenesu sve što im je potrebno za obavljanje poslova na terenu. Maloprodajna poduzeća koriste laka teretna vozila za dostavu robe iz skladišta do prodajnih mjesta ili izravno do kupaca. Ova vozila omogućuju brzu i pouzdanu isporuku, što je ključno za zadovoljstvo kupaca. Često se koriste za prijevoz hrane i pića u ugostiteljske objekte. Njihova konstrukcija može biti prilagođena specifičnim potrebama, poput održavanja određenih temperaturnih uvjeta tijekom transporta [4].

3. ODRŽIVI POGONI

U posljednjih nekoliko godina uloženi su značajni napori u razvoj inteligentnog i održivog prijevoza kako bi se riješili problemi onečišćenja zraka i okoliša te nestašice goriva. Prometne agencije u raznim zemljama, zajedno s nekoliko organizacija za standardizaciju, predložile su različite vrste izvora energije (kao što su vodik, biodizel, električne i hibridne tehnologije) kao alternative fosilnim gorivima za postizanje ekološki prihvatljivijeg i održivijeg okoliša [6]. Rastuća zabrinutost zbog klimatskih promjena i sigurnosti opskrbe energijom pokreće prelazak u prometnom sektoru s fosilnih na alternativna goriva i nove pogonske sustave električnih vozila sposobnih za dugoročnu održivost [7].

3.1. ELEKTRIČNA VOZILA

Mnoge zemlje implementirale su nova energetska vozila (NEV) kao alternativu konvencionalnim vozilima kako bi smanjile ovisnost o nafti i onečišćenju zraka koje uzrokuju konvencionalna vozila. Kao najveće svjetsko automobilsko tržište, Kina je predana promicanju NEV vozila kako bi se smanjila potrošnja i uvoz nafte. U Europi, Njemačka je predlagala da do 2020. ima milijun električnih vozila u pogonu kako bi se smanjile emisije CO2. Francuska i Ujedinjeno Kraljevstvo također imaju za cilj ograničiti prodaju konvencionalnih vozila u zemlji do 2040. [8]. Kako bi potaknule prihvaćanje NEV-a, mnoge su zemlje ponudile subvencije i posebne porezne politike, kao što su subvencije za plug-in vozila u Ujedinjenom Kraljevstvu, projekt rabata za čista vozila u SAD-u i mjere promicanja kupnje zelenih vozila u Japanu i Kini. NEV-ovi koji koriste nekonvencionalnu energiju za pogon vozila uglavnom uključuju električna vozila (EV), vozila na vodik, vozila na prirodni plin, metanol i vozila na etanol. Među tim NEV-ima, električna vozila se smatraju najučinkovitijima za postizanje okolišnih i socioekonomskih koristi. Kao tehnologija u nastajanju uvedena nakon industrijske revolucije, električna vozila postoje već više od 100 godina, A prvi praktični električni automobil stvorio je Thomas Parker 1884. [8]

Slika 1. Prvi električni automobil Thomasa Parkera

Izvor: [9]

Drugi poznati primjer ranih električnih automobila bio je električni automobil Ferdinanda Porschea, koji je proizveden u Njemačkoj 1899. U usporedbi s tadašnjim parnim i benzinskim motorima, električna su vozila bila tiha, laka za vožnju i nisu ispuštala zagađivač s jakim mirisom [8].

Slika 2. Električni automobil Ferdinanda Porschea

Izvor: [8]

Prije nego što je Henry Ford razvio Model T s novim procesom masovne proizvodnje, proizvođači električnih vozila doživjeli su određeni uspjeh 1920-ih, kada je 28% ukupno proizvedenih vozila u SAD-u bilo električno. Međutim, promocija električnih vozila usporena je zbog visoke cijene električnih automobila i brzog razvoja konvencionalnih vozila [8].

Slika 3. Model T Henry-a Forda

Izvor [10]

Od početka 21. stoljeća, istraživanja o električnim vozilima ubrzana su zbog zagađenja okoliša i problema povezanih s energijom. Uz angažman vlade i industrije, infrastruktura i tehnologija električnih vozila su poboljšani. Globalna prodaja električnih vozila dosegla je milijun u 2016., a globalna prodaja lakih električnih vozila i plug-in hibridnih električnih vozila premašila je pet milijuna u 2018. Poznati proizvođači automobila kao što su Volkswagen, Mercedes i Ford, posvetili su se svojim ambicijama promoviranja električnih vozila [8].

3.2. VODIKOVE GORIVE ČELIJE

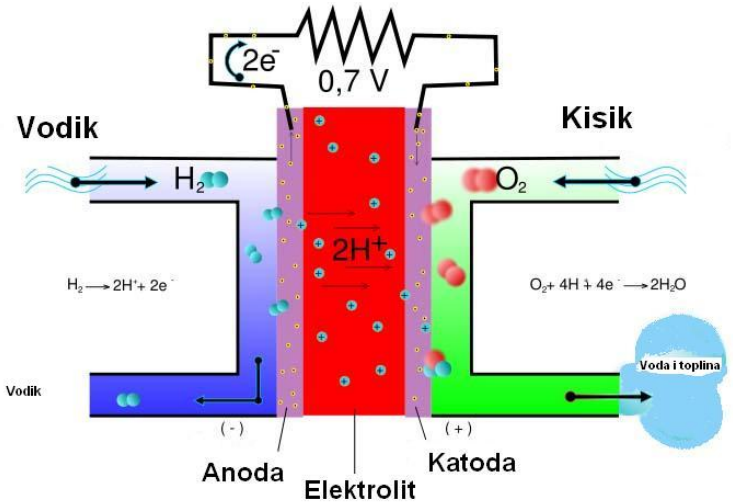
Proizvodnja električne energije i transport temeljeni na fosilnim gorivima dva su glavna izvora emisije ugljičnog dioksida. Vodikove gorive ćelije smatraju se visoko učinkovitim uređajima s ograničenom količinom emisija, za koje se očekuje da će igrati značajnu ulogu u automobilskoj i energetskoj industriji u nadolazećim desetljećima. Visoko temperaturne gorive ćelije kao što su krute oksidne gorive ćelije izvrsni su kandidati za stacionarnu proizvodnju energije gdje se vrući produkti reakcije obično koriste u donjem ciklusu kao što je plinska turbina, parnom ciklusu ili kombiniranom ciklusu plin/para za proizvodnju dodatne energije [11].

Goriva ćelija je elektrokemijski uređaj koji može proizvoditi električnu energiju dopuštajući kemijske plinove i oksidanse kao reaktante. S anodama i elektrolitima, gorive ćelije razdvajaju katione i anione u reaktantu za proizvodnju električne energije. Gorive ćelije koriste reaktante koji nisu štetni za okoliš i proizvode vodu kao proizvod kemijske reakcije. Budući da je vodik jedan od najučinkovitijih prijenosnika energije, gorive ćelije mogu proizvesti istosmjernu struju za pokretanje električnog automobila.

Kao i električna energija, vodik je nositelj koji ima sposobnost isporučivanja nevjerojatnih količina energije. On je najjednostavniji oblik svih molekula; ima najniži sadržaj energije po volumenu, ali ima najveći sadržaj energije od svih goriva po težini. Dostupan je u atmosferi kao plin i u vodi kao tekućina. Njegova ogrjevna vrijednost je tri puta veća od nafte. Skladištenje vodika u vozilima važan je čimbenik koji treba uzeti u obzir pri projektiranju vozila s gorivim ćelijama [12].

Zbog niske gustoće vodika, ne može se skladištiti tako lako kao tradicionalna fosilna goriva. Vodik zahtijeva kompresiju, hlađenje ili njihovu kombinaciju. Najpovoljniji način skladištenja vodika je fizičko zadržavanje, posebno u stlačenim spremnicima, jer su lako dostupni. Trošak je glavna prepreka za široku upotrebu spremnika stlačenog vodika jer su materijal i sklop skupi. Integriranjem vodikove gorive ćelije s baterijama i upravljačkog sustava sa strategijama, može se proizvesti održivi hibridni automobil. Vodik je kemijski nositelj energije koji ima sposobnost proizvodnje električne energije do 39,39 kWh/kg, što premašuje energetsku gustoću većine baterija. Goriva ćelija ima izravnu analogiju s motorom s unutarnjim izgaranjem. On pretvara kemijsku energiju pohranjenu u gorivu koje se dovodi u motor u proizvodnju rotacijske mehaničke energije. Proizvedena rotacijska energija se zatim koristi za pogon vozila ili se usmjerava kroz generator i pretvara u električnu energiju. Goriva ćelija djeluje gotovo na isti način kao motor s unutarnjim izgaranjem po tome što se kemijska energija izravno pretvara u električnu energiju, ali u ekološki prihvatljivom procesu. Za razliku od baterije koja se prazni dok se koristi za napajanje električnih komponenti, motori s unutarnjim izgaranjem i gorive ćelije djeluju kao neprekidno operativni izvori energije sve dok im se daje gorivo [13].

Shema 1. Proces pretvorbe gorive ćelije u energiju



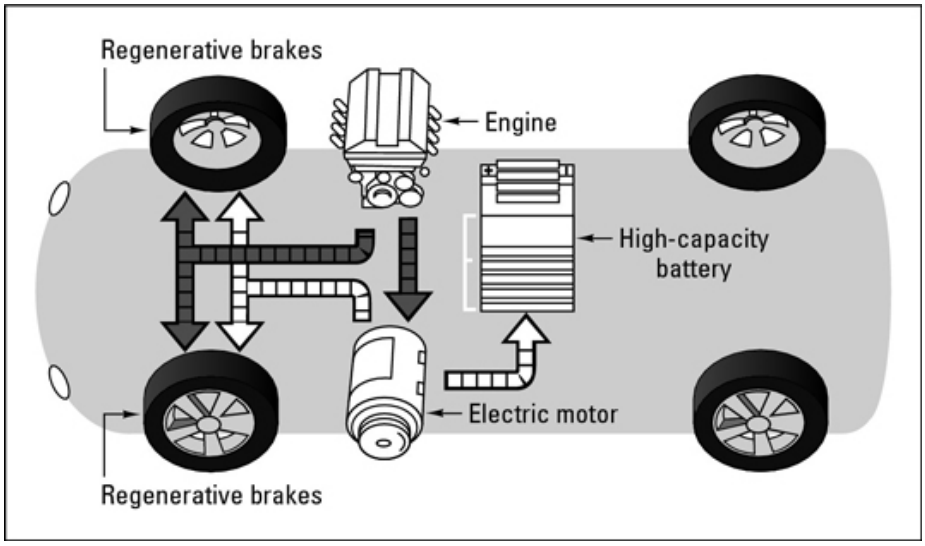
Izvor [14]

Ukratko, atomi vodika ulaze u gorivu ćeliju na anodi, dok se kisik dovodi na katodu. Goriva ćelija sastoji se od membrane obložene katalizatorom. Kada molekule vodika udare u katalizator, dijele se na ione vodika i elektrone. Membrana propušta pozitivno nabijene ione vodika, ali ne i negativno nabijene elektrone, koji umjesto toga prolaze kroz električni krug u kojem se stvara električna struja. Na strani katode, ioni vodika, elektroni i kisik u zraku se kombiniraju kako bi proizveli toplinu. Kako bi se proizvelo dovoljno električne energije za pogon vozila, kompletan sustav gorivih ćelija sastoji se od nekoliko stotina membrana naslaganih zajedno. Sustav gorivih ćelija prikladan je za normalnu upotrebu, ali kad god je potrebna dodatna snaga, osigurava je baterija na stroju. Kada gorive ćelije proizvedu više energije nego što je trenutno potrebno stroju, ista se može koristiti za punjenje baterije. Baterija se također puni regenerativnim kočenjem. Upravljačka jedinica uravnotežuje dinamiku između gorivih ćelija i baterije kako bi optimizirala korištenje energije. Dakle, gorive ćelije rade poput baterije, osim što proizvode vlastitu električnu energiju iz vodika u vozilu, a ne pune se iz vanjskog izvora. Gorive ćelije također se neće isprazniti niti im je potrebno ponovno punjenje sve dok postoji izvor goriva (vodik) [12].

3.3. HIBRIDNA VOZILA

Hibridna vozila kombiniraju dva izvora energije za svoj pogon. Obično je jedan ili više električnih strojeva i sustav za pohranu energije povezan s konvencionalnim motorom s unutarnjim izgaranjem (ICE). Strategija upravljanja je algoritam koji upravlja raspodjelom snage između ICE i električnih strojeva, kako bi se smanjila potrošnja goriva i emisije štetnih tvari. Mogu se razlikovati dvije klase algoritama, a svrha ovih hibridnih dizajna je povećati učinkovitost. To se prvenstveno radi na dva načina. Prvo, regenerativnim kočenjem vraćanjem dijela energije koja se inače gubi pri kočenju ili vožnji u prazno. Drugo, smanjenjem motora s unutarnjim izgaranjem i njegovim radom blizu njegovog optimalnog raspona učinkovitosti i dobivanjem dodatne snage iz električnog motora. Hibridna tehnologija nije novost u prometu. Većina dizelskih lokomotiva koristi motore s izgaranjem za punjenje velikih baterija, koje zatim opskrbljuju električnom energijom elektromotore koji zapravo pokreću vlak. U ograničenom smislu, sva konvencionalna vozila mogu se nazvati HEV-ovima, jer koriste alternatore i baterije za generiranje i skladištenje električne energije za pokretanje vozila i rad dodatne opreme kao što su radio, svjetla i ventilatori. No, moderne hibridne tehnologije za laka teretna vozila idu dalje, idući čak do gašenja motora s unutarnjim izgaranjem kada nije potreban i korištenja električne energije za stvarno pokretanje vozila niz cestu [15].

Slika 4. Građa hibridnog vozila



Izvor [15]

Mikro hibrid je najmanje naelektrizirana vrsta HEV-a. To je konvencionalno vozilo s 3 do 5 kW na 12 V za pomoć pri pokretanju ICE motora. Motor ne može pokretati vozilo, ali može se koristiti za pomoćne dodatke kao što je servo upravljač itd. Ovaj tip hibrida općenito se koristi za radnje u mirovanju ili u načinu rada zaustavljanja i pokretanja. Tijekom praznog hoda motor je ugašen, a tijekom regenerativnog kočenja motor radi kao generator za punjenje baterije. Dizajn mikro hibrida obično se nalazi u lakim vozilima i najprikladniji je za gradsku vožnju. Primjer mikro hibrida je Mercedes Smart.

Blagi hibrid koristi motor od 7-15 kW pri 60-200 V. Motor ne pokreće vozilo već samo podržava pokretanje motora, regeneracijsko kočenje i također pruža dodatni okretni moment kada je potrebna snaga tijekom ubrzavanja. ICE motor uvijek radi, osim ako se vozilo nije zaustavilo ili je brzina vrlo mala jer se potpuno zaustavlja. Hibridizacijski faktor kod blagih hibrida je oko 10%-30%. Veličina baterije veća je nego ona u mikro hibrida. Ušteda energije u gradskoj vožnji je oko 20%-30%. Primjer takvog vozila su Honda Civic i Honda Insight.

Puni hibrid je hibridno električno vozilo koje može pokretati sama struja. Budući da može voziti samo u električnom načinu rada, potreban mu je motor velikog kapaciteta, oko 30-50 kW na 200-600 V. Ušteda energije je 30%-50%. Primjer takvog vozila je Toyota Prius [16].

Na temelju načina na koji se pretvarači energije (tj. IC motor, električni motor itd.) HEV-a kombiniraju za pogon vozila, moguće su mnoge konfiguracije pogonskog sklopa. Serijski pogon je najjednostavnija hibridna konfiguracija. U ovom dizajnu, vuču vozila osigurava sam električni motor jer motor nije spojen na pogonski sklop. Vučni motor se napaja baterijom ili električnim generatorom kojeg pokreće smanjeni IC motor. Generator pokreće pogonski motor kada je potražnja za vučnim opterećenjem velika ili puni baterije kada je opterećenje motora malo. Serijski hibridi su najučinkovitiji u ciklusima vožnje koji zahtijevaju česta zaustavljanja i pokretanja, kao što je dostavno vozilo, gradski autobus itd.

U paralelnim hibridima i IC motor i motor su izravni povezani s pogonskim sustavom kako bi mogli pojedinačno (tijekom niske potražnje za vučnom snagom) ili zajednički (tijekom visoke potražnje za snagom) pokretati vozilo. Većina takvih dizajna ima spojen generator i motor u jednu jedinicu. U paralelnom pogonu isporučeni zakretni momenti se zbrajaju. Kad je samo jedan od dva pogona u funkciji, drugi će biti isključen. Oni su relativno kompaktniji jer koristite manju bateriju od drugih hibrida i trebaju manji vučni motor. Nedostatak je potreba za složenim mehaničkim sustavima i algoritmima upravljanja. Serijski paralelni hibridi (ili hibridi s podjelom snage) kombiniraju prednosti i serijske i paralelne arhitekture. Powersplit uređaj dijeli snagu motora na mehaničku i električnu. Ovaj dizajn je sposoban pružati kontinuiranu visoku izlaznu snagu u usporedbi sa serijskim ili paralelnim pogonskim sklopom. Isto tako, koriste manje motore. Složeni hibridi slični su serijski paralelnim hibridima, ali koriste složenije dizajne ovisno o broju motora/generatora i njihovih konfiguracija. Protok snage motora u ovim je dizajnima dvosmjeran u usporedbi s jednosmjernim tokom u serijsko-paralelnom hibridu.

Plug-in hibridna električna vozila su potpuni hibridi koji koriste manju mašinu, veću bateriju i veći motor. Baterije se mogu puniti iz bilo kojeg vanjskog izvora napajanja za razliku od standardnih hibrida u kojima se baterije mogu puniti samo pomoću generatora pokretanog motorom. Ova značajka ima prednost crpljenja električne energije iz bilo kojeg izvora kao što su električna mreža iz opskrbe kućanstava, autonomni sustavi ili čak obnovljiva energija. Također, zahvaljujući velikom elektromotoru, takva vozila imaju veću sposobnost regeneracijskog kočenja u usporedbi s tradicionalnim hibridnim vozilom [17].

3.4. ALTERNATIVNA GORIVA

Zabrinutost zbog brzog iscrpljivanja fosilnih goriva potaknula je potragu za alternativnim gorivima koja imaju učinkovitost sličnu onima konvencionalnih goriva koja se danas koriste. Alternativna goriva mogu se razlikovati po podrijetlu i procesu proizvodnje, ali svima je zajedničko da se proizvode održivim i čistim postupkom, bez dodatne emisije CO_2. Postoje dva glavna puta za sintezu alternativnih goriva: izravno iskorištavanje viška električne energije i termokemijska pretvorba sirove sirovine [18].

Nedavno je uveden termin elektrogoriva kako bi se jasno istaknuo proizvodni put i korištenje električne energije. Elektrogoriva su ugljično neutralna goriva sintetizirana iz viška električne energije u plinovitom ili tekućem obliku, a ugljična neutralnost se postiže zatvaranjem kruga na način da se iskorišteni CO_2 hvata iz ispušnih plinova ili izravno iz zraka. Biljna ulja predstavljaju vrlo obećavajući scenarij funkcioniranja kao alternative fosilnim gorivima. Korištenje biodizela u konvencionalnom dizelskom motoru rezultira značajnim smanjenjem neizgorenih ugljikovodika, ugljičnog monoksida, čestica i dušikovih oksida. Osnovne komponente sinteze elektrogoriva su vodik (H_2) i ugljik (CO_2); stoga su ciljevi proizvodnje sintetski ugljikovodični plinovi poput metana ili butana, ili u tekućem obliku alkoholna goriva poput metanola. Ovi se procesi danas naširoko istražuju budući da mogu pretvoriti različite otpadne materijale ili sirovine u vrijedna alternativna goriva ili kemikalije. Glavna prednost alternativnih goriva proizlazi iz činjenice da jednom proizvedena; lako se mogu pohraniti i distribuirati gdje je potrebno. Većina alternativnih goriva još uvijek nije dosegla komercijalnu primjenu zbog ograničenja u procesima i tehnologijama proizvodnje ili potrošnje. Uglavnom se to odnosi na visoku energetsku kaznu kojoj goriva moraju biti podvrgnuta tijekom životnog ciklusa ili ekonomsku održivost samog procesa proizvodnje. Biomasa se trenutno jedino komercijalno koristi, a očekuje se da će njezina potrošnja još više rasti. Ostala alternativna goriva poput vodika, amonijaka, metanola, biodizela, bioplina, goriva dobivenih iz otpada itd. još uvijek nisu dosegla komercijalnu zrelost, a njihova je trenutna potrošnja gotovo zanemariva [19].

S obzirom na ove čimbenike, jasno je da alternativa fosilnim gorivima nudi značajan potencijal za smanjenje emisija i osiguranje održive budućnosti. Ipak, kako bi taj potencijal bio u potpunosti iskorišten, potrebno je kontinuirano ulaganje u istraživanje i razvoj, prilagodbu politika i suradnju među različitim sektorima. Samo integriranim pristupom i globalnom suradnjom može se osigurati da alternativna goriva postanu temelj energetskog sustava u budućnosti, čime će se doprinijeti očuvanju planeta za buduće generacije.

3.5. ODRŽIVI POGONI ZA LAKA TERETNA VOZILA

Električna vozila predstavljaju jednu od najznačajnijih inovacija u području održivih pogona za laka teretna vozila. Korištenjem električne energije iz baterija, ova vozila eliminiraju emisije ispušnih plinova i smanjuju ovisnost o fosilnim gorivima. Posebno su pogodna za "last-mile" dostave u urbanim sredinama, gdje su kraće udaljenosti i česta zaustavljanja uobičajena. Mnoga kurirska poduzeća i logističke tvrtke već prelaze na električne flote kako bi smanjila emisije i iskoristila ekonomske prednosti. Hibridna laka teretna vozila idealna su za poslovanja koja zahtijevaju vozila s dužim dometom, poput prijevoza robe između gradova, ali koja također žele smanjiti svoj ekološki otisak. Glavni izazovi uključuju složenost tehnologije i veće početne troškove u usporedbi s konvencionalnim vozilima. Međutim, ušteda na gorivu i smanjene emisije dugoročno čine hibridne sustave isplativom opcijom [7].

Tehnologija vodikovih gorivih ćelija još uvijek je u razvoju i suočava se s izazovima kao što su visoki troškovi proizvodnje i ograničena infrastruktura za punjenje. Ipak, s povećanim investicijama i interesom za ovu tehnologiju, očekuje se rast dostupnosti i smanjenje troškova. Laka teretna vozila s pogonom na vodik imaju velik potencijal u sektorima gdje su potrebni dugi dometi i brzo punjenje, kao što su logistika i prijevoz na duže udaljenosti. Biogoriva su idealna za sektore gdje je prijelaz na električna ili vodikova vozila trenutno nepraktičan ili preskup. U ruralnim područjima i za poljoprivredne radove, biogoriva mogu pružiti održivu alternativu fosilnim gorivima. Električna vozila, hibridi, vozila na vodik, biogoriva i prirodni plin nude različite prednosti i izazove, ali svi oni doprinose smanjenju emisija stakleničkih plinova i smanjenju ovisnosti o fosilnim gorivima. S daljnjim razvojem tehnologije, povećanjem dostupnosti infrastrukture i rastom svijesti o potrebi za održivim praksama, očekuje se da će ove tehnologije postati dominantne u segmentu lakih teretnih vozila. Ova tranzicija ne samo da će pomoći u očuvanju okoliša, već će i omogućiti dugoročnu ekonomsku održivost za tvrtke koje se oslanjaju na laka teretna vozila [7].

Održivi pogoni za laka teretna vozila predstavljaju ne samo tehnički napredak već i ključan korak prema odgovornijem i održivijem načinu transporta. Oni su bitni za smanjenje ekološkog otiska, povećanje energetske učinkovitosti i ostvarivanje globalnih ciljeva održivog razvoja. Uvođenje ovih tehnologija zahtijeva suradnju između industrije, vlada i društva, uz znatna ulaganja u istraživanje, razvoj i infrastrukturu. Također je važno obrazovati potrošače i industriju o prednostima održivih pogona kako bi se ubrzala njihova primjena.

4. ODRŽIVI MATERIJALI

Industrije su koristile različite materijale kako bi zadovoljile potrebe za proizvodnjom lakih vozila (od čelika do zamjenskih aluminijskih i magnezijevih legura). Također, u današnje vrijeme stavlja se naglasak na istraživanje razvoja kompozitnih materijala po nižoj cijeni bez ugrožavanja sigurnosti i udobnosti potrošača i zakonodavstva [20]. Smanjenje težine električnih vozila moglo bi predstavljati korak naprijed jer bi se prednosti električnih vozila i laganog dizajna mogle kombinirati kako bi se još više smanjio utjecaj na okoliš. Osim toga, očekuje se da će primjena laganih materijala u električnim vozilima biti posebno isplativa budući da bi smanjenje mase moglo poboljšati performanse u pogledu udaljenosti vožnje i zadržavanja veličine baterije. Zbog širokog izbora materijala i različitih funkcionalnih specifikacija nekoliko modula vozila, proces odabira materijala mora uravnotežiti mnoge aspekte (tehničke performanse i izvedivost, mogućnost recikliranja materijala, utjecaj proizvodnje materijala na okoliš…)[21].

4.1. LAGANI MATERIJALI

Globalna automobilska industrija suočava se s izazovima u nekoliko ključnih područja, uključujući energiju, emisije, sigurnost i pristupačnost. Laki materijali su jedna od ključnih strategija koje se koriste za rješavanje ovih izazova. Maksimiziranje smanjenja težine (tj. minimiziranje težine vozila) zahtijeva optimizaciju dizajna sustava i proces obnove koji kombinira svojstva materijala i proizvodne procese kako bi se zadovoljili zahtjevi proizvoda uz najmanju masu i/ili cijenu. Napredni čelici visoke čvrstoće, legure aluminija i magnezija te polimeri ojačani ugljičnim vlaknima pojavili su se kao važni materijali za smanjenje težine vozila [22].

4.1.1. Napredni čelik visoke čvrstoće

Čelici se dugo koriste u proizvodnji vozila zbog svog visokog modula elastičnosti, čvrstoće, sposobnosti oblikovanja, niske cijene, otpornosti na udarce itd. Automobilski čelik može biti običan ugljični čelik, čelik visoke čvrstoće ili napredni čelik visoke čvrstoće. Za napredne čelike visoke čvrstoće karakteristična je čvrstoća veća od 550 MPa što omogućuje manje presjeke, kao i bolju nosivost i otpornost na udar [23].

4.1.2. Aluminijske legure

Gustoća materijala je važan parametar koji treba uzeti u obzir za male težine. Gustoća aluminija je otprilike jedna trećina čelika, dok je omjer čvrstoće i gustoće aluminijskih legura usporediv s naprednim čelikom visoke čvrstoće. Prednosti aluminijskih legura su elastičnost, dobra obradivost, sposobnost oblikovanja, sposobnost lijevanja i mnoge druge. Korištenje aluminijskih legura može omogućiti smanjenje težine vozila od 30% do 60%. Kombinacija različitih metala kao što su aluminij i čelik dovodi do poteškoća pri zavarivanju zbog razlika u svojstvima kao što su toplinska i električna vodljivost, temperatura taljenja itd. [19]. S druge strane, aluminij je metal koji se može kombinirati s drugim elementima, uključujući bakar, magnezij, silicij, cink i mangan, kako bi se promijenile njegove mehaničke i fizičke kvalitete. Ti se metali dodaju u određenim omjerima kako bi se postigla željena svojstva za određenu primjenu. Na primjer, kombiniranje magnezija s aluminijem može rezultirati jakom, laganom legurom idealnom za uporabu u zrakoplovnoj i automobilskoj industriji. Većina aluminijskih legura ima metalnu sivu boju. To je uzrokovano oksidacijom površine materijala, koja prirodno stvara tanki sloj aluminijevog oksida. Međutim, različite tehnike završne obrade poput eloksiranja, bojanja ili premazivanja prahom mogu promijeniti njihov izgled [24].

4.1.3. Magnezijske legure

Magnezij je najlakši konstrukcijski metal. Njegove legure imaju strukturu heksagonalne rešetke, što utječe na njihova temeljna svojstva. Plastična deformacija heksagonalne rešetke je kompliciranija nego kod kubičnih rešetkastih metala poput aluminija, bakra i čelika. Razvoj legure magnezija tradicionalno je vođen zahtjevima industrije za lakim materijalima koji rade u sve zahtjevnijim uvjetima. Magnezijeve legure oduvijek su bile privlačne dizajnerima zbog svoje niske gustoće; samo dvije trećine gustoće aluminija i njegovih legura. Element i njegove legure zauzimaju veliki dio potreba moderne industrije. Posebno se danas koriste u automobilskoj i mehaničkoj (vlakovi i vagoni) proizvodnji, zbog svoje lakoće i drugih svojstava. Također, koriste se kao komponente zrakoplova i projektila, nosači motora zrakoplova, spremnici goriva, automobilski kotači, kućišta, kućišta mjenjača, blokovi motora itd. Magnezij i legure magnezija najlakši su od svih metala za strojnu obradu, omogućujući radnje strojne obrade iznimno velikom brzinom. Sve standardne operacije strojne obrade kao što su tokarenje, bušenje, glodanje obično se izvode na dijelovima od magnezija [25].

4.1.4 Polimeri

Pristupi smanjenju mase vozila pomoću polimera najčešće uključuju zamjenu željeznih i obojenih metala polimerima i povećanje specifične čvrstoće i krutosti polimera. Za upotrebu u lakim teretnim vozilima mogu se svrstati na polimere visokih performansi, polimere za smanjenje težine, ojačane polimerne kompozite, polimerne sendvič panele i hibridne sustave (polimer/metal). Različiti polimerni materijali mogu se koristiti za izradu komponenti vozila, a proizvodne metode potrebne za proizvodnju i obradu tih materijala uvelike se razlikuju. Procesi oblikovanja moraju se odabrati prema materijalima koji se koriste i dizajnu proizvoda. Zamjena metalnih proizvoda polimernim materijalima u postojećim vozilima je ograničena [26].

4.1.5. Kompozitni materijali

U današnjem modernom svijetu kompozitni materijali igraju ključnu ulogu u raznim područjima. Ipak, glavna važna primjena kompozitnih materijala je u transportnoj industriji; u automobilskoj, zrakoplovnoj i pomorskoj industriji. Jedrilice i motorni čamci postali su sve popularniji s nedavnim razvojem kompozita. Riječ kompozit u pojmu kompozitni materijal označava da su dva ili više materijala kombinirana na makroskopskoj ljestvici za formiranje korisnog trećeg materijala [27].

Slika 5. Primjer korištenja laganog materijala u konstrukciji automobila

Izvor [28]

Automobilizam doživljava revoluciju prelaskom na električne automobile i postoji velika potražnja za smanjenjem težine automobila s kompozitnim materijalima šasije. Mnoge komponente lakih vozila poput sjedala, krova, volana, instrument table, amortizera, kotača, opruga, poklopaca motora itd. izrađeni su od kompozitnih materijala. Također, avioni sada mogu letjeti puno brže s razvojem kompozita [27].

4.2. RECIKLIRANI MATERIJALI

Tri najčešća reciklirana materijala koji se koriste u procesu proizvodnje uključuju plastiku, metale i tkanine. Plastika se obično dobiva iz boca s vodom i ambalaže, a često se koristi u odbojnicima, okvirima sjedala i unutarnjim oblogama. Metalni otpad može se rastopiti i koristiti za izradu novih komponenti vozila. Popis područja u kojima se može koristiti uključuje čak i dijelove motora i ploče karoserije. Recikliranje aluminija već je dobro uspostavljeno u industriji i, na primjer, Jaguar Land Rover već dugi niz godina koristi reciklirani aluminij u svojim karoserijama. Reciklirane teksture i vlakna mogu se koristiti u presvlakama i tepisima vozila [30].

Korištenje recikliranih materijala smanjuje potražnju za novim sirovinama. Kreator kupuje izvađene materijale u velikim količinama od strane centara za reciklažu. Dakle, smanjuje se utjecaj ekstrakcije na okoliš. Primarna korist za tvrtku često će biti porezna olakšica odobrena proizvođaču, ovisno o regiji u kojoj posluje. Istodobno, može se očekivati koristi u području uštede energije. To je zato što korištenje recikliranog materijala troši manje energije tijekom proizvodnje. Metode proizvodnje obuhvaćaju recikliranje u zatvorenom krugu gdje se otpad iz jednog dijela proizvodnje koristi drugdje, zaštitu vode te stvaranje energetski učinkovitog vozila. Korištenjem energetski učinkovite tehnologije i procesa moguće je smanjiti proizvodnju stakleničkih plinova. To je zato što crpi manje energije iz izvora energije, koji zauzvrat ne moraju trošiti toliko resursa [29]. General Motors je, na primjer, surađivao s nizom dobavljača dijelova kako bi izradio kartonske kontejnere za prijevoz od zaštićene mješavine vlakana drvne pulpe. Kada se ti spremnici isprazne od svojih dijelova u GM-ovim tvorničkim podovima, karton odlazi na recikliranje i vraća se kao materijal za prigušivanje zvuka koji se koristi u krovnim oblogama modela Buick LaCrosse i Verano. Ford, GM i drugi koriste gume koje njihovi testni vozači istroše na svojim poligonima za dobivanje gume za razne dijelove ispod haube i ispod karoserije (uglavnom fleksibilne dijelove kao što su pregrade za protok zraka i skretnici) [30].

4.3. BIOLOŠKI RAZGRADIVI MATERIJALI

Biološki razgradivi materijali smanjuju zagađenje i otpad jer se razgrađuju prirodnim procesima. Najpoznatiji biološki razgradivi materijali koji se mogu koristiti u automobilskoj industriji su bioplastika, prirodna vlakna te drvo i drveni kompoziti [19].

Plastika na biološkoj osnovi, često nazivana biopolimeri, proizvodi se izravnom ekstrakcijom iz prirodnih tvari, polimerizacijom monomera dobivenih iz biomase ili pomoću mikroorganizama. Prirodni biopolimeri proizvedeni unutar ili izvan stanica u živim organizmima uključuju celulozu, hitin, škrob, polihidroksialkanoate kao što je polihidroksibutirat i sintetske biopolimere izgrađene putem reakcija sinteze, kao što je polilaktidna kiselina i drugi. Plastika na biološkoj osnovi su zapravo organske makromolekule koje je čovjek napravio ili preradio iz obnovljivih izvora kao što su kukuruz, krumpir, pšenica i biljno ulje putem kemijskih ili bioloških procesa. Ona je biorazgradiva ili kompostirajuća. Biorazgradivi polimeri podliježu biorazgradnji; kemijskom procesu tijekom kojeg mikroorganizmi u okolišu razgrađuju materijale u prirodne tvari kao što su voda, ugljikov dioksid i metan [30].

Upotreba prirodnih vlakana u kompozitnim materijalima za laka teretna vozila raste zahvaljujući novom zakonodavstvu i direktivama koje tjeraju proizvođače automobila na ponovnu upotrebu i recikliranje materijala. Ekološki prihvatljiva prirodna vlakna koja su lagana, jaka i jeftina već su počela zamjenjivati staklena vlakna i mineralna punila u brojnim primjenama u voznom sektoru. Međutim, uporaba prirodnih vlakana ima neke nedostatke, posebice u pogledu upijanja vlage i lošeg povezivanja vlakana i matrice. Osim toga, postoji zabrinutost oko trajnosti, kvalitete, dosljednosti, dostupnosti i ograničenja temperature obrade. Glavna prirodna vlakna koja se koriste u ovoj industriji su lična vlakna, poput lana i konoplje, koja se uzgajaju u zapadnoj Europi te suptropska vlakna kao što su juta i kenaf. Druga vlakna, kao što su vlakna banane, sisala i kratka drvena vlakna, također se razmatraju za posebne krajnje upotrebe.

Drvo se tradicionalno koristi zbog svoje estetske privlačnosti i toplog, prirodnog izgleda. Također, drvo se može dobiti iz održivo upravljanih šuma, što ga čini ekološki prihvatljivim izborom. Pruža luksuzan i prirodan izgled unutrašnjosti vozila, obnovljiv je materijal te se lako obrađuje i oblikuje u različite oblike i završne obrade. Drveni kompoziti kombiniraju drvo s drugim materijalima kako bi poboljšali svojstva poput čvrstoće, trajnosti i otpornosti na vlagu. Ovo čini drvene kompozite pogodnim za različite primjene u vozilima [31].

Istraživači Ford Motor Co. izumili su pjenu napravljenu od soje umjesto kemikalija na bazi nafte u laboratoriju za biomaterijale u Dearbornu još 2007. Debitirala je u Mustangu iz 2008., a sada se koristi u jastuku sjedala u svakom modelu Forda i Lincolna koji se prodaje u SAD-u.

Ford je također stavio materijal na raspolaganje drugim proizvođačima automobila. Toyota proizvodi materijal za jastuke sjedala, spremnike hladnjaka i druge komponente od bioplastike koja koristi glikol iz obnovljivih izvora šećerne trske umjesto glikola dobivenog iz nafte. BMW ugrađuje održivo uzgojeno drvo eukaliptusa u instrumentne ploče za svoj električni automobil [27].

4.4. SUVREMENI MATERIJALI PRI IZRADI LAKIH TERETNIH VOZILA

Suvremena laka teretna vozila dizajnirana su kako bi zadovoljila visoke zahtjeve tržišta, što uključuje povećanu učinkovitost goriva, sigurnost, izdržljivost i smanjenje ukupne težine vozila. Ključna komponenta u postizanju ovih ciljeva je uporaba naprednih materijala koji omogućuju konstrukciju lakih, ali čvrstih i izdržljivih vozila. Čelik ostaje jedan od najvažnijih materijala u ovoj industriji zbog svoje čvrstoće, izdržljivosti i relativno niskih troškova. Međutim, kako bi se zadovoljili zahtjevi za smanjenjem težine, sve se više koristi visokootporni čelik i ultra-visokootporni čelik. Ovaj materijal nudi bolji omjer čvrstoće i težine u usporedbi s tradicionalnim čelikom, što omogućuje smanjenje mase vozila bez kompromisa u sigurnosti i čvrstoći strukture. Koristi se u kritičnim dijelovima vozila, kao što su okviri, nosači i zaštitne strukture, gdje je sigurnost ključna. Aluminij se sve više koristi u izradi lakih teretnih vozila zbog svoje male težine. Ovaj materijal nudi dobar omjer čvrstoće i težine, što omogućuje znatno smanjenje mase vozila. Osim toga, aluminij je otporan na koroziju, što produžuje vijek trajanja vozila, posebno u uvjetima izloženosti vlazi i soli. Koristi u izradi karoserija, okvira, kotača i drugih komponenata gdje se želi smanjiti težina, ali zadržati potrebna čvrstoća. Također se koristi u izradi dijelova motora i prijenosnih sustava kako bi se smanjila ukupna masa vozila. Magnezij je lagan i ima dobru sposobnost apsorpcije energije, što ga čini pogodnim za primjenu u sigurnosnim strukturama. Također, može se lako oblikovati u različite komponente, što ga čini fleksibilnim materijalom za proizvodnju. Koristi se u izradi dijelova motora, prijenosnih sustava, upravljačkih komponenti i drugih dijelova vozila gdje je važna mala težina i visoka čvrstoća. Jedan od najpoznatijih kompozitnih materijala su ugljična vlakna, koja nude izvanrednu čvrstoću i iznimno nisku težinu. Iako su skuplja od drugih materijala, njihova uporaba je sve češća u premium segmentu lakih teretnih vozila.

Stakloplastika je još jedan važan kompozitni materijal koji nudi dobar omjer cijene i performansi.

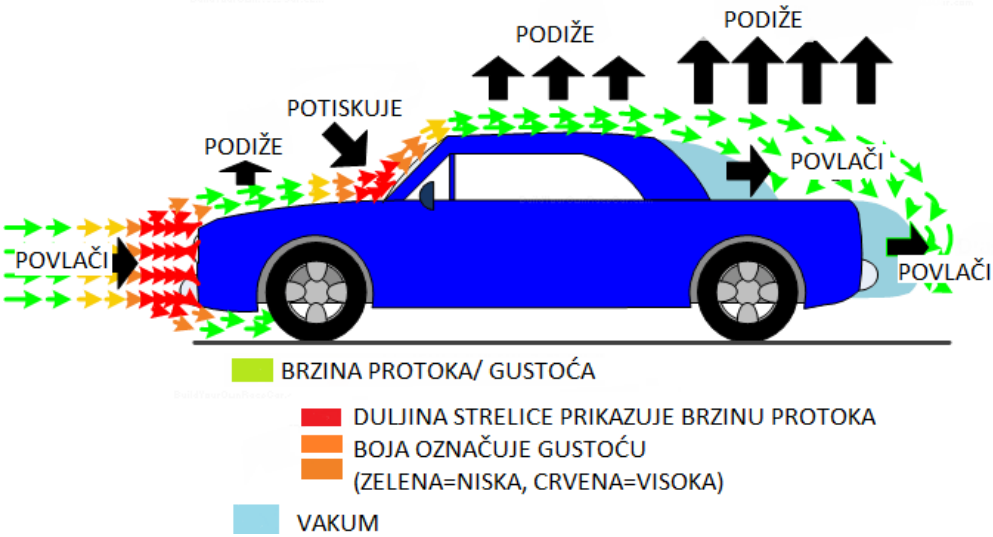
Iako nije tako jaka kao ugljična vlakna, izdržljiva je i otporna na koroziju, što je čini idealnom za upotrebu u različitim dijelovima vozila. Kompozitni materijali koriste se u izradi karoserija, panela, spojlera i drugih dijelova gdje je važna kombinacija male težine i visoke čvrstoće. U industriji lakih teretnih vozila, njihova uporaba raste u segmentima gdje su težina i aerodinamičnost ključni faktori za performanse i učinkovitost. Plastični materijali koriste se u izradi unutrašnjih i vanjskih dijelova vozila, kao što su instrumenti, ploče vrata, branici i drugi dijelovi gdje su važni estetski i funkcionalni zahtjevi. Također se koriste u izradi laganih komponenti za motore i prijenosne sustave. Drvo se, kao jedan od biorazgradivih materijala, koristi za instrument ploče, vrata i središnje konzole te kao dekorativni element na volanu, ručici mjenjača itd. [22].

Primjena suvremenih materijala u izradi lakih teretnih vozila predstavlja strateški iskorak prema stvaranju vozila koja su energetski učinkovitija, sigurnija i ekološki održivija. Kroz integraciju ovih materijala, industrija ne samo da odgovara na trenutne izazove, već i gradi temelje za budućnost transporta. Osim toga, suvremeni materijali donose inovacije u pogledu sigurnosti. Napredni kompoziti i novi oblici čelika mogu apsorbirati više energije u slučaju sudara, čime se poboljšava zaštita putnika i tereta. To ne samo da zadovoljava strože sigurnosne standarde, već i povećava pouzdanost vozila na tržištu.

5. DIZAJN I AERODINAMIKA

Aerodinamika je grana fizike koja se bavi kretanjem zraka i drugih plinova oko objekta. U kontekstu vozila, aerodinamika se odnosi na način na koji dizajn vozila utječe na njegovu sposobnost glatkog kretanja kroz zrak uz minimalan otpor. Aerodinamički dizajn igra ključnu ulogu u performansama vozila, ekonomičnosti goriva i stabilnosti. Sila otpora koja djeluje na vozilo izravno utječe na njegovu potrošnju energije i domet. Pojednostavljeni dizajn može značajno smanjiti otpor i poboljšati kretanje vozila. Aktivne aerodinamičke značajke, kao što su podesivi spojleri i poklopci rešetke, mogu se automatski prilagoditi uvjetima vožnje, optimizirajući performanse vozila na temelju podataka u stvarnom vremenu. Spojleri se obično postavljaju na stražnji dio vozila, dok se zračne brane postavljaju na prednji dio. Vozila koja su dugačka i nisko postavljena, s glatkim, zakrivljenim linijama, općenito su aerodinamičnija od onih koji su kutijasta i uspravna. Gume s niskim profilom i glatkim stranama mogu pomoći u smanjenju otpora, kao i kotači elegantnog, aerodinamičnog oblika. Ovi dinamički elementi mogu poboljšati upravljanje protokom zraka, smanjujući turbulenciju i povećavajući ukupnu učinkovitost vozila. Kada vozilo ima manje otpora, ne mora se toliko truditi da održi određenu brzinu, što znači da može potrošiti manje goriva za to. Također, imati će manji otpor vjetra, što može olakšati upravljanje i kontrolu pri velikim brzinama [32].

Slika 6. Djelovanje zraka na automobil tijekom vožnje



Izvor [33]

Računalna dinamika fluida (Computational fluid dynamics- CFD) široko je korišten alat za simulaciju protoka fluida oko vozila i procjenu njihove aerodinamičke izvedbe. CFD simulacije omogućuju analizu sile otpora, distribucije tlaka i uzoraka protoka, omogućujući modifikacije dizajna za optimizaciju oblika vozila. CFD softver omogućuje inženjerima stvaranje virtualnih modela vozila i zatim pokretanje simulacija koje pokazuju kako će zrak strujati oko njih. To im može pomoći da identificiraju područja automobila koja uzrokuju otpor i naprave promjene u dizajnu kako bi ga smanjili. To je alat koji može pomoći inženjerima da optimiziraju aerodinamiku vozila, ali nije zamjena za testiranje istoga na cesti [34].

Kao što je spomenuto u prethodnim odlomcima, na potrošnju energije, domet i dinamičke performanse izravno utječe smanjenje mase vozila. Kako bi se smanjila težina uz zadržavanje strukturalne čvrstoće i sigurnosti, automobilska industrija se sve više usredotočila na korištenje materijala kao što su aluminijske legure, legure magnezija i kompozitni materijali (poglavlje 3). Šasija je kritična strukturna komponenta vozila, koja predstavlja temelj za sustave ovjesa, upravljanja i pogona. Dobro dizajnirana šasija mora postići ravnotežu između krutosti, težine i cijene. Konstrukcije šasije prostornog okvira sastoje se od mreže međusobno povezanih strukturnih dijelova, koji pridonose ukupnoj krutosti vozila, a istovremeno smanjuju težinu. Torzijska krutost, mjera otpornosti šasije na uvijanje, važan je čimbenik u upravljanju vozilom i udobnosti vožnje. Šasija visoke torzijske krutosti omogućuje učinkovitiji rad ovjesa, što rezultira boljim upravljanjem i udobnijom vožnjom. Lagani materijali, kao što su aluminijske legure i kompoziti od karbonskih vlakana, mogu se koristiti za povećanje torzijske krutosti bez dodavanja značajne težine šasiji [35].

Proizvođači vozila kombiniraju tehnologiju sa svestranim i praktičnim dizajnom kako bi zadovoljili potrošače kojima su potrebna prostranija i korisnija vozila. Električni crossover i SUV vozila nude povećani razmak od tla, što ih čini prikladnima i za gradsku i za terensku vožnju. Veća veličina ovih vozila omogućuje bolji smještaj baterije, što dovodi do povećanog kapaciteta baterije i dometa vožnje [36].

5.1. AERODINAMIČKI NAPREDAK U IZRADI LAKIH TERETNIH VOZILA

Aerodinamika igra ključnu ulogu u dizajnu modernih lakih teretnih vozila jer direktno utječe na njihovu učinkovitost, performanse i ekonomičnost. S obzirom na povećane standarde za smanjenje potrošnje goriva i emisije štetnih plinova, proizvođači vozila posvećuju sve veću pažnju optimizaciji aerodinamičkih svojstava.

Oblik i dizajn karoserije imaju najveći utjecaj na aerodinamičke performanse lakih teretnih vozila. Optimizacija oblika vozila smanjuje otpor zraka, što direktno poboljšava učinkovitost goriva. Tradicionalna laka teretna vozila često su imala kutijaste oblike, koji su stvarali značajan otpor zraka. Suvremeni dizajn koristi zaobljene rubove, glatke površine i poboljšanu konturu kako bi zrak mogao lakše strujati oko vozila, smanjujući otpor. Smanjenje visine vozila ili smještanje krova niže, uz zadržavanje korisnog prostora, također pridonosi smanjenju frontalne površine koja je izložena zraku, što dodatno smanjuje otpor. Korištenje integriranih dijelova kao što su spojleri, bočne suknje i krovni dodaci koji usmjeravaju protok zraka na optimalan način pomaže u smanjenju turbulencija i otpornosti zraka. Spojleri smješteni na stražnjem dijelu vozila smanjuju vrtložne struje koje se stvaraju iza vozila, dok bočne suknje smanjuju dotok zraka ispod vozila. Podvozje vozila, iako skriveno od pogleda, ima značajan utjecaj na aerodinamičke performanse. Turbulencije koje nastaju ispod vozila mogu povećati otpor i smanjiti učinkovitost goriva. Korištenje ravnih podnica koje smanjuju nepravilnosti i izbočine ispod vozila pomaže u smanjenju turbulencija i poboljšava protok zraka. Ovo rješenje je često viđeno kod sportskih automobila, ali sve češće se primjenjuje i kod lakih teretnih vozila. Difuzori su aerodinamički elementi postavljeni na stražnjem dijelu podvozja koji pomažu u ubrzavanju protoka zraka ispod vozila, smanjujući pritisak i otpor. Oni također pomažu u poboljšanju stabilnosti vozila pri višim brzinama. Kotači i gume često generiraju značajne turbulencije. Upotrebom aerodinamički oblikovanih poklopaca kotača ili čak potpuno zatvorenih kotača može se smanjiti otpor zraka i time povećati učinkovitost goriva. S obzirom na to da se laka teretna vozila koriste za prijevoz robe, teretni prostori mogu značajno utjecati na aerodinamičke performanse. Novi dizajni teretnih prostora sve više uzimaju u obzir aerodinamičke aspekte. Umjesto otvorenih kamionskih sanduka, korištenje zatvorenih teretnih prostora ili korištenje pokrova koji minimiziraju zračni otpor postaje sve uobičajenije, posebno kod vozila koja se koriste za duže vožnje na autocestama [35].

Zbog specifične konstrukcije i oblika ovih vozila, aerodinamička optimizacija često predstavlja veći izazov u usporedbi s osobnim automobilima. Iako početna ulaganja u aerodinamička poboljšanja mogu biti visoka, dugoročne uštede u potrošnji goriva i smanjenju emisije CO_2 jasno opravdavaju te troškove. S obzirom na sve strože ekološke standarde i potrebu za održivim transportnim rješenjima, aerodinamička optimizacija lakih teretnih vozila postaje sve važnija.

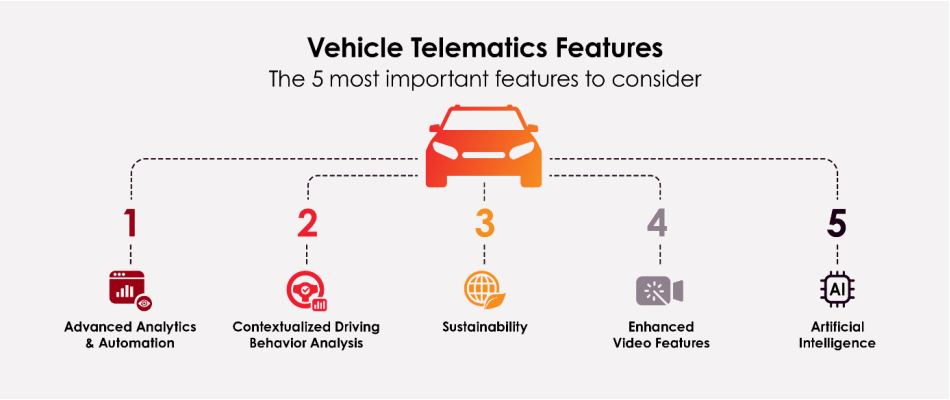
6. PAMETNE TEHNOLOGIJE I POVEZANOST

Uvođenje pametnih tehnologija i povezanih sustava igra ključnu ulogu u razvoju održivih lakih teretnih vozila. Ove tehnologije ne samo da poboljšavaju operativnu efikasnost i sigurnost, već također značajno doprinose smanjenju ekološkog otiska vozila. Pametna tehnologija i povezanost obuhvaćaju širok spektar inovacija, od telematike i Interneta stvari (Internet of things) do naprednih sustava pomoći vozačima (ADAS) i elektrifikacije.
Ove tehnologije ne samo da omogućuju bolje upravljanje vozilima i njihovim resursima, već također pružaju mogućnost za kontinuirano poboljšanje kroz softverske nadogradnje i integraciju s pametnim mrežama. Korištenjem ovih naprednih tehnologija, laka teretna vozila mogu postati značajno učinkovitija, sigurnija i ekološki prihvatljivija [37].

6.1. TELEMATIKA

Telematika vozila pruža podatke o položaju vozila s vremenskim oznakama putem telekomunikacijskih mreža. Koncept telematskih podataka nastao je mnogo prije GPS-a, u početku korištenjem radiotriangulacije (postupak za određivanje takozvanog radiosmjera s pomoću radiogoniometra). Pojava GPS-a omogućila je da telematski podaci postanu precizniji, a sukladno tome, tržište je raslo usporedno s korištenjem nove tehnologije. Telematički podaci u početku su korišteni za zaštitu od krađe, vraćanje imovine i usmjeravanje. Nakon toga su ih osiguravajuća društva koristila za prilagođavanje premija osiguranja prema individualnim stilovima vožnje ili ponašanju. Telematički podaci ključni su element u razvoju pouzdanih inteligentnih transportnih sustava (ITS), koji su ključna značajka za postizanje sigurnosti i produktivnosti u cestovnom prometu. [37]

Slika 7. Najvažnije značajke telematike



Izvor [37]

. Telematika bi se također mogla upotrijebiti za podršku novim tržišnim sustavima rutiranja za eko rute i eko vožnju za promicanje manjeg praznog hoda i prijevoza s niskim emisijama. Podaci pružaju kinematičke podatke o ponašanju cestovnih vozila u vožnji, koji se mogu koristiti za dizajniranje dinamičkih strategija za istovremeno smanjenje potrošnje goriva i emisija onečišćenja zraka. Nadalje, telematički podaci daju detaljnu prostornu i vremensku sliku prometnica, a koja se može koristiti za razvoj pametnih platformi u sklopu Interneta stvari (IoT), Interneta vozila (IoV) i razvoja autonomnih vozila [37].

6.2. AUTONOMNA VOŽNJA

Autonomna vožnja predstavlja jedan od najznačajnijih napredaka u automobilskoj industriji, sa potencijalom da revolucionira način na koji se laka teretna vozila koriste, upravljaju i integriraju u logističke sisteme. Autonomna vozila, koja se kreću bez potrebe za vozačem, koriste napredne senzorske tehnologije, softverske algoritme i povezane sisteme kako bi omogućila sigurnu i efikasnu vožnju. SAE International definirao je pet razina automatizacije, od razine 0 do razine 5, pri čemu je razina 5 potpuna automatizacija. Najnaprednija vozila dostupna danas već funkcioniraju na razini 2, a mnogi proizvođači obećavaju više razine automatizacije u bliskoj budućnosti [38].

Slika 8. Razine autonomije vožnje

Izvor [38]

Automobili razine 0 nemaju automatizaciju vožnje, iako mogu imati neke automatizirane značajke. Dok vozač uvijek ima potpunu kontrolu nad automobilom, automobil može imati neku sposobnost pružanja sigurnosnih upozorenja (npr. sustav upozorenja o napuštanju trake) ili trenutno intervenirati u vožnji (npr. automatsko kočenje u nuždi). Automatizacija razine 1 smatra se kao pomoć vozaču. Automobil može kontrolirati ili brzinu ili upravljanje, ali ne oboje u isto vrijeme. Prilagodljivi tempomat i tehnologija pomoći u prometnoj traci primjeri su tehnologije automatizacije razine 1. Automatizirani automobili razine 2 mogu kontrolirati i brzinu i upravljanje u isto vrijeme, ali samo pod određenim uvjetima, kao što je ispod postavljenog ograničenja brzine [39]. Automobil koji radi na razini 2 mogao bi imati i adaptivni tempomat i tehnologiju centriranja vozne trake koje rade istovremeno. Drugi primjer tehnologije je pomoć pri parkiranju (ili samostalno parkiranje). Vozač u automatiziranom automobilu razine 2 mora biti potpuno oprezan, nadzirati svoju okolinu (u suštini nadzirući sustav automatizacije vožnje) i biti spreman preuzeti vožnju ako je potrebno. Automatizacija razine 3 poznata je kao "uvjetna automatizacija". Automobil može kontrolirati i brzinu i upravljanje u isto vrijeme te može nadzirati okolinu, tako da može samostalno voziti pod određenim uvjetima. Vozač i dalje mora biti pozoran, ali automobil će obično upozoriti vozača ako treba preuzeti kontrolu jer automobil više nije u uvjetima koje može podnijeti. Automobil razine 3 mogao bi, na primjer, voziti kroz prometnu gužvu na autocesti, ali bi se očekivalo da će vozač voziti automobil na i s autoceste. Automatizirani automobili razine 4 visoko su automatizirani, voze sami i mogu podnijeti većinu normalnih uvjeta vožnje. Ako je automobil u situaciji u kojoj automatizirani sustav ne može voziti (kao što je ekstremno vrijeme), on će primijeniti sigurnosne mjere kao što je zaustavljanje, umjesto da zahtijeva da ljudski vozač preuzme. Razina 5 je najviša razina automatizacije i smatra se "potpunom automatizacijom". Automatizirani automobil razine 5 može sam voziti u svim uvjetima [40].

6.3. PAMETNE TEHNOLOGIJE SPECIFIČNE ZA LAKA TERETNA VOZILA

Laka teretna vozila, koja se koriste za razne komercijalne i privatne svrhe, sve češće su opremljena pametnim tehnologijama koje povećavaju sigurnost, učinkovitost i povezanost. Ove tehnologije omogućuju bolje upravljanje flotama, smanjenje operativnih troškova i povećanje zadovoljstva korisnika.

Automatsko kočenje u slučaju opasnosti koristi kamere i radare kako bi se detektiralo potencijalne sudare i automatski aktivirale kočnice ako vozač ne reagira na vrijeme. Ovo je posebno korisno u urbanim područjima gdje su sudari česti. Pomoć pri održavanju vozne trake prati oznake na cesti i upozorava vozača ako vozilo nenamjerno napušta traku. U nekim slučajevima, sustav može automatski usmjeriti vozilo natrag u traku. Adaptivni tempomat prilagođava brzinu vozila kako bi se održala sigurna udaljenost od vozila ispred. Posebno je koristan na autocestama i u prometnim gužvama, smanjujući potrebu za stalnim podešavanjem brzine. GPS tehnologija omogućuje precizno praćenje lokacije vozila u stvarnom vremenu, što je korisno za praćenje ruta, optimizaciju isporuka i povećanje sigurnosti vozila. Telematički sustavi prikupljaju podatke o stanju vozila, uključujući potrošnju goriva, razinu ulja, stanje guma i performanse motora. Povezanost vozila postala je ključni aspekt modernih lakih teretnih vozila, omogućujući vozačima i operaterima da ostanu povezani i informirani tijekom vožnje. Povezivanje pametnih telefona putem Bluetootha ili sustava kao što su Apple CarPlay i Android Auto omogućuje vozačima pristup navigaciji, glazbi i komunikaciji bez ometanja pozornosti s ceste. Glasovno upravljanje omogućuje vozačima da upravljaju funkcijama vozila bez potrebe za skretanjem pogleda s ceste. To uključuje pozive, navigaciju i podešavanje multimedije. Suvremeni infotainment sustavi često uključuju ugrađene navigacijske aplikacije koje pružaju informacije u stvarnom vremenu, uključujući stanje na cestama, prometne gužve i predložene alternativne rute. Pametni sustavi za upravljanje teretom optimiziraju raspored, učitavanje i praćenje tereta kako bi se povećala učinkovitost i smanjili troškovi. Automatizirano raspoređivanje tereta koristi algoritme za optimizaciju rasporeda tereta unutar vozila, uzimajući u obzir težinu, volumen i redoslijed isporuka. To smanjuje vrijeme utovara i istovara te povećava kapacitet iskorištenosti vozila. Senzori unutar teretnog prostora mogu pratiti stanje tereta, uključujući temperaturu, vlažnost i sigurnost. To je posebno važno za prijevoz osjetljivih ili lako kvarljivih proizvoda. Korištenje digitalnih platformi omogućuje pregled statusa isporuka u stvarnom vremenu, pružajući ažurirane informacije o lokaciji, predviđenom vremenu dolaska i mogućim kašnjenjima [37].

7. EKOLOŠKI UTJECAJ I REGULATIVA

Proizvođači vozila promiču električna vozila kao ključnu tehnologiju za suzbijanje upotrebe nafte i borbu protiv klimatskih promjena. General Motors je rekao da ima za cilj prestati prodavati nove automobile i lake kamione na benzinski pogon do 2035. godine i da će se okrenuti modelima na baterije. Iako se stručnjaci uglavnom slažu da su plug-in vozila opcija prihvatljivija za klimu od tradicionalnih vozila, ona i dalje mogu imati vlastite utjecaje na okoliš, ovisno o tome kako su napunjena i proizvedena. Razvoj održivih lakih teretnih vozila ima značajan potencijal za smanjenje ekološkog otiska transportnog sektora. Korištenje naprednih tehnologija, obnovljivih materijala i poboljšanih pogonskih sustava može dovesti do značajnih koristi za okoliš. Jedan od najvažnijih ekoloških utjecaja održivih lakih teretnih vozila je smanjenje emisija stakleničkih plinova. Korištenje električnih pogonskih sustava umjesto tradicionalnih motora s unutarnjim izgaranjem može znatno smanjiti emisije CO_2 i drugih zagađivača. Električna laka teretna vozila koriste električnu energiju iz baterija, čime se eliminiraju emisije iz ispušnih plinova. Ako se električna energija dobiva iz obnovljivih izvora, ukupni ekološki otisak je još manji. Hibridna vozila kombiniraju motor s unutarnjim izgaranjem i električni motor, što omogućuje smanjenje potrošnje goriva i emisija, posebno u gradskim uvjetima. Upotreba održivih i recikliranih materijala u izradi lakih teretnih vozila doprinosi smanjenju ekološkog otiska. Korištenje recikliranih metala i plastike smanjuje potrebu za rudarenjem i proizvodnjom novih sirovina dok korištenje bioplastike i prirodnih vlakana smanjuje otpad i onečišćenje okoliša. Održiva laka teretna vozila također imaju pozitivne učinke na upravljanje otpadom kroz reciklažu i ponovnu upotrebu komponenti. Programi za reciklažu baterija smanjuju ekološki otisak električnih vozila, omogućujući ponovno korištenje vrijednih materijala kao što su litij i kobalt. Dizajn vozila koji omogućuje lako rastavljanje i ponovnu upotrebu dijelova smanjuje otpad i resurse potrebne za proizvodnju novih komponenti [41].

Za uspješnu implementaciju održivih lakih teretnih vozila ključna je podrška odgovarajućih regulatornih okvira. Regulativa osigurava sigurnost, efikasnost i ekološku prihvatljivost novih tehnologija u prometu. Međunarodni propisi postavljaju standarde za emisije, sigurnost i efikasnost vozila. EU regulative kao što su norme emisije CO_2 za laka komercijalna vozila zahtijevaju od proizvođača da smanje emisije i koriste ekološki prihvatljivije tehnologije. Propisi kao što su Corporate Average Fuel Economy (CAFE) standardi postavljaju ciljeve za potrošnju goriva i emisije stakleničkih plinova [42].

Države i gradovi također mogu usvojiti vlastite propise kako bi podržali održivost u transportu. Mnoge zemlje nude porezne olakšice, subvencije i druge poticaje za kupnju i upotrebu održivih lakih teretnih vozila. Regulativa također mora osigurati sigurnost autonomnih i povezanih vozila. Autonomna vozila moraju proći rigorozna testiranja i certifikacije kako bi se osigurala njihova sigurnost u stvarnim uvjetima [42].

Korištenjem naprednih tehnologija, obnovljivih materijala i efikasnih pogonskih sustava, vozila mogu značajno smanjiti emisije i ekološko uništavanje. Istovremeno, odgovarajuća regulativa osigurava sigurnost, pouzdanost i prihvatljivost novih tehnologija, omogućujući njihovu uspješnu integraciju u postojeće prometne sustave [43].

Stroži standardi emisija, zajedno s poticajima za razvoj alternativnih pogonskih sustava poput električnih i hibridnih vozila, značajno utječu na industriju. Ove promjene potiču ulaganja u istraživanje i razvoj, kako bi se proizvela vozila koja zadovoljavaju ekološke norme i istovremeno ostaju konkurentna na tržištu. Iako prilagodba novim regulativama može predstavljati izazov, ona je također prilika za tehnološki napredak i transformaciju sektora prema održivijim modelima prijevoza.

8. ZAKLJUČAK

Ovaj rad naglašava važnost kombiniranja održivih pogona, laganih i recikliranih materijala, aerodinamičkog dizajna, pametnih tehnologija i stroge regulative kako bi se postigla održivija mobilnost. Uvođenje električnih i hibridnih pogonskih sustava, zajedno s vodikovim gorivim ćelijama i alternativnim gorivima, predstavlja značajan korak prema smanjenju ovisnosti o fosilnim gorivima. Upotreba laganih materijala poput naprednog čelika, aluminijskih legura i kompozitnih materijala ne samo da poboljšava energetsku efikasnost vozila već i smanjuje ukupnu težinu, što je ključno za poboljšanje performansi i smanjenje emisija. Također, korištenje recikliranih i biološki razgradivih materijala pokazuje kako se inovativna rješenja mogu koristiti za smanjenje otpada i očuvanje resursa.

Elektrifikacija lakih teretnih vozila nudi značajan potencijal za smanjenje emisija CO2, posebice u urbanim sredinama gdje su vozila često u upotrebi. Tehnološki napredak u baterijskim sustavima, kao i razvoj infrastrukture za punjenje, ključni su za povećanje dometa i praktičnosti električnih vozila. S druge strane, razvoj i implementacija održivih tehnologija također donosi izazove, uključujući visoke početne troškove i potrebu za prilagodbom industrije i infrastrukture. Ipak, dugoročno gledano, koristi od održivih tehnologija nadmašuju početne izazove, osobito kada se uzmu u obzir rastuće cijene fosilnih goriva i regulatorni pritisci na smanjenje emisija.

Također, edukacija i svijest potrošača igraju ključnu ulogu u prijelazu na održiva vozila. Kako potrošači postaju svjesniji utjecaja svojih odluka na okoliš, raste potražnja za ekološki prihvatljivim rješenjima. Ova promjena potiče proizvođače da ubrzaju inovacije i ponude proizvode koji zadovoljavaju nove standarde održivosti. Kako se tehnologija i dalje razvija, vjeruje se da će laka teretna vozila nastaviti igrati vitalnu ulogu u globalnoj ekonomiji, prilagođavajući se novim izazovima i zahtjevima, te doprinositi održivijem i učinkovitijem transportnom sustavu.

9. LITERATURA

1. Vergragt PJ, Brown HS. Sustainable mobility: from technological innovation to societal learning. Journal of Cleaner Production. 01. siječanj 2007.;15(11):1104–15. dostupno: https://www.academia.edu/62908164/Sustainable_mobility_from_technological_innovation_to_societal_learning (18.7.2024.)
2. Shaikh ZA. Towards Sustainable Development: A Review of Green Technologies. Trends in Renewable Energy. 24. studeni 2017.;4(1):1–14. dostupno: https://www.researchgate.net/publication/321437473_Towards_Sustainable_Development_A_Review_of_Green_Technologies (18.7.2024.)
3. Kopp G.: New Lightweight Structures for Advanced Automotive Vehicles–Safe and Modular, Stuttgart, 2012.
   Dostupno: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812027516 (9.8.2024.)
4. Kuipers, J. F. J. *A History of Commercial Vehicles of the World*. Oakwood Press, 1972.
5. EcoPower: Light Commercial Vehicles: A Complete Guide, Sydney, 2023. Dostupno: https://ecopowerequipment.com.au/resource-hub/light-commercial-vehicles-a-complete-guide (9.8.2024.)
6. Sheth JN, Parvatiyar A. Sustainable Marketing: Market-Driving, Not Market-Driven. Journal of Macromarketing. 01. ožujak 2021.;41(1):150–65. dostupno: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0276146720961836 (19.7.2024.)
7. Ho SH, Wong YD, Chang VWC. What can eco-driving do for sustainable road transport? Perspectives from a city (Singapore) eco-driving programme. Sustainable Cities and Society. 01. veljača 2015.;14:82–8. dostupno: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670714000882 (19.7.2024.)
8. Sun X, Li Z, Wang X, Li C. Technology Development of Electric Vehicles: A Review. Energies. siječanj 2020.;13(1):90. dostupno: https://www.mdpi.com/1996-1073/13/1/90 (19.7.2024.)
9. Schoppert,S. (2017), Thomas Parker Invented the First Electric Car in 1884, History Collection, https://historycollection.com/thomas-parker-invented-first-electric-car-1884/, dostupno 19. 7. 2024.

10. Sullivan M. (2010.), Model T, Hystory https://www.history.com/topics/inventions/model-t Dostupno (20.7.2024.)
11. Haseli Y. Maximum conversion efficiency of hydrogen fuel cells. International Journal of Hydrogen Energy. 03. svibanj 2018.;43(18):9015–21. dostupno: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319918308371 (20.7.2024.)
12. Manoharan Y, Hosseini SE, Butler B, Alzhahrani H, Senior BTF, Ashuri T, i ostali. Hydrogen Fuel Cell Vehicles; Current Status and Future Prospect. Applied Sciences. siječanj 2019.;9(11):2296. dostupno: https://www.mdpi.com/2076-3417/9/11/2296 (20.7.2024.)
13. Cheyenne C. Volvo Construction Equipment & Services. 2023. How Hydrogen Fuel Cells Work. Dostupno na: https://www.vcesvolvo.com/how-hydrogen-fuel-cells-work/ (21.7.2024.)
14. Wikipedia, dostupno: https://sh.wikipedia.org/wiki/Goriva_%C4%87elija, 21.7.2024.
15. Turrentine T, Delucchi M, Heffner RR, Kurani KS, Sun Y. Quantifying the benefits of hybrid vehicles. 01. studeni 2006.; Dostupno na: https://escholarship.org/uc/item/2v7873dm (21.7.2024.)
16. Vidyanandan KV. Overview of Electric and Hybrid Vehicles. Energy Scan (A House Journal of Corporate Planning, NTPC Ltd, India). 01. ožujak 2018.;III:7–14. dostupno: https://www.researchgate.net/publication/323497072_Overview_of_Electric_and_Hybrid_Vehicles (21.7.2024.)
17. Volodarets M, Kletska O, Hatchenko V, Shuleshko D, Kosariev O. Determination Parameters of a Hybridvehicle in Its Life Cycle. International Journal of Engineering and Technology(UAE). 15. rujan 2018.;7:339–43. dostupno: https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/19830 (21.7.2024.)
18. Alternative fuels: An overview of current trends and scope for future - ScienceDirect Dostupno na: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032114000343 (21.7.2024.)
19. Stančin H, Mikulčić H, Wang X, Duić N. A review on alternative fuels in future energy system. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 01. kolovoz 2020.;128:109927. dostupno: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032120302185 (21.7.2024.)

20. Gupta MK, Singhal V. Review on materials for making lightweight vehicles. Materials Today: Proceedings. 01. siječanj 2022.;56:868–72. dostupno: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785322011749 (21.7.2024.)
21. Delogu M, Zanchi L, Dattilo CA, Pierini M. Innovative composites and hybrid materials for electric vehicles lightweight design in a sustainability perspective. Materials Today Communications. 01. prosinac 2017.;13:192–209. dostupno: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352492817302192 (21.7.2024.)
22. Taub AI, Luo AA. Advanced lightweight materials and manufacturing processes for automotive applications. MRS Bulletin. prosinac 2015.;40(12):1045–54. dostupno: https://www.cambridge.org/core/journals/mrs-bulletin/article/advanced-lightweight-materials-and-manufacturing-processes-for-automotive applications/F254F677040897845504584E3256A17E (22.7.2024.)
23. Busarac N, Adamovic D, Grujovic N, Zivic F. Lightweight Materials for Automobiles. IOP Conf Ser: Mater Sci Eng. 01. prosinac 2022.;1271(1):012010. dostupno: https://www.researchgate.net/publication/366510450_Lightweight_Materials_for_Automobiles (22.7.2024.)
24. Aluminum Alloy: Definition, Characteristics, Types, Properties, and Applications [Internet]. Dostupno na: https://www.xometry.com/resources/materials/what-is-aluminum-alloy/ (22.7.2024.)
25. Buldum BB, Sık A, Ozkul İ. INVESTIGATION OF MAGNESIUM ALLOYS MACHINABILITY. IJEMME. 01. prosinac 2012.;2(3):261–8. dostupno: https://dergipark.org.tr/en/pub/ijemme/issue/26168/275667 (22.7.2024.)
26. Research trends in polymer materials for use in lightweight vehicles | International Journal of Precision Engineering and Manufacturing [Internet]. Dostupno na: https://link.springer.com/article/10.1007/s12541-015-0029-x (22.7.2024.)
27. Seydibeyoğlu MÖ, Doğru A, Kandemir MB, Aksoy Ö. Lightweight Composite Materials in Transport Structures. U: Lightweight Polymer Composite Structures. CRC Press; 2020. dostupno: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2307187724000440 (22.7.2024.)
28. Mohammad i sur. (2023). Advancements in aluminum matrix composites reinforced with carbides and graphene, ReasearchGate, dostupno:

https://www.researchgate.net/journal/Nanotechnology-Reviews-2191-9097 (22.7.2024.)

29. Arendts A. Mayco International - Automotive tier 1 supplier. 2023. How Recycled Materials Are Used to Manufacture the Most Environmentally Friendly Cars. Dostupno na: https://maycointernational.com/blog/how-recycled-materials-are-used-to-manufacture-the-most-environmentally-friendly-cars/ (22.7.2024.)
30. Edmunds [Internet]. 2015. Renewable and Recycled Materials Are Making Cars Greener. Dostupno na: https://www.edmunds.com/car-technology/renewable-and-recycled-materials-help-make-cars-green.html (23.7.2024.)
31. Vieyra H, Molina-Romero JM, Calderón-Nájera J de D, Santana-Díaz A. Engineering, Recyclable, and Biodegradable Plastics in the Automotive Industry: A Review. Polymers. siječanj 2022.;14(16):3412. dostupno: https://www.mdpi.com/2073-4360/14/16/3412 (23.7.2024.)
32. Tahmaz SE. DESIGN AND ANALYSIS OF A LIGHTWEIGHT, ELECTRIC VEHICLE- S. Eren TAHMAZ. 2023. dostupno: https://www.researchgate.net/publication/372233641_DESIGN_AND_ANALYSIS_OF_A_LIGHTWEIGHT_ELECTRIC_VEHICLE-_S_Eren_TAHMAZ (23.7.2024.)
33. Kimilu R.(2021.) Car Aerodynamics Aerodynamic Principles Drag, Academia.edu, dostpno: https://www.academia.edu/41750386/Car_Aerodynamics_Aerodynamic_Principles_Drag (23.7.2024.)
34. Chung TJ. Computational Fluid Dynamics. Cambridge University Press; 2002. 1040 str. dostupno: https://assets.cambridge.org/97811074/25255/frontmatter/9781107425255_frontmatter.pdf(23.7.2024.)
35. Zamanov N. The Evolution of Electric Car Designs - News [Internet]. Cyberswitching. 2023. Dostupno na: https://cyberswitching.com/the-evolution-of-electric-car-designs/ (23.7.2024.)
36. Weaver P, Jansen L, Grootveld G van, Spiegel E van, Vergragt P. Sustainable Technology Development. London: Routledge; 2017. 304 str. dostupno: https://www.researchgate.net/publication/346851197_Sustainable_Technology_Development (23.7.2024.)

37. Ghaffarpasand O, Burke M, Osei LK, Ursell H, Chapman S, Pope FD. Vehicle Telematics for Safer, Cleaner and More Sustainable Urban Transport: A Review. Sustainability. siječanj 2022.;14(24):16386. dostupno: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/24/16386 (24.7.2024.)

38. Levinson J, Askeland J, Becker J, Dolson J, Held D, Kammel S, i ostali. Towards fully autonomous driving: Systems and algorithms. U: 2011 IEEE Intelligent Vehicles Sympo. str. 163–8. Dostupno na: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5940562 (24.7.2024.)

39. Issue Brief | Autonomous Vehicles: State of the Technology and Potential Role as a Climate Solution | White Papers | EESI. Dostupno na: https://www.eesi.org/papers/view/issue-brief-autonomous-vehicles-state-of-the-technology-and-potential-role-as-a-climate-solution (24.7.2024.)

40. Stančerić T. Kako funkcioniraju autonomna vozila i koji su još izazovi pred nama?, Globallogic, dostupno: https://www.globallogic.com/hr/about/news/kako-funkcioniraju-autonomna-vozila-i-koji-su-jos-izazovi-pred-nama/ (22.7.2024.)

41. Mensing F, Bideaux E, Trigui R, Ribet J, Jeanneret B. Eco-driving: An economic or ecologic driving style? Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 01. siječanj 2014.;38:110–21. dostupno: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0968090X13002374 (24.7.2024.)

42. New Trends in Emission Control in the European Union | SpringerLink [Internet].. Dostupno na: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-02705-0 (24.7.224.)

43. Kumar Pathak S, Sood V, Singh Y, Channiwala SA. Real world vehicle emissions: Their correlation with driving parameters. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 01. svibanj 2016.;44:157–76. dostupno: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361920916000122 (24.7.2024.)