

Održivost električnih vozila u cestovnom prijevozu na području Europske unije

Marenčić, Pamela

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:211:034797>

Rights / Prava: [Attribution 3.0 Unported/Imenovanje 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
VARAŽDIN**

Pamela Marenčić

**Održivost električnih vozila u cestovnom
prijevozu na području Europske unije**

DIPLOMSKI RAD

Varaždin, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Pamela Marenčić

Matični broj: 0016135704

Studij: Ekonomika poduzetništva

**Održivost električnih vozila u cestovnom prijevozu na području
Europske unije**

DIPLOMSKI RAD

Mentor/Mentorica:

Doc. dr. sc. Zrinka Lacković Vinček

Varaždin, rujan 2023.

Pamela Marenčić

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je moj završni/diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Za izradu rada su korištene etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

*Autor/Autorica potvrdio/potvrdila prihvaćanjem odredbi u sustavu FOI-
radovi*

Sažetak

U današnjem svijetu sklonom brzim promjenama, svakodnevne radnje zahtijevaju brze i efikasne inovacije, pa tako i u transportu. Obzirom na ograničenost resursa, i potaknuto svjetskim makroekonomskim događanjima, fosilna goriva postala su iznimno skup resurs, što stvara velike probleme kod većine svjetskih i domaćih prijevoznika. Osim toga, korištenje ove vrste pogonskog goriva ima iznimno negativan utjecaj na okoliš zbog ispuštanja stakleničkih plinova koji su jedan od uzroka globalnog zatopljenja, problema s kojim se danas svi susreću i koji će u budućnosti biti glavni uzrok promjene načina životnih navika. Jedan od načina rješavanja ovih problema je okretanje prema drugim, ekološki prihvatljivijim alternativama, u koje spadaju iskorištavanje obnovljivih izvora energije, konkretnije električnog pogona. Ovakav način pokretanja vozila svjetska je tema već neko vrijeme, obzirom da se ljudi, u mnogim aspektima okreću obnovljivim izvorima energije. Električni pogon, iako još nedovoljno iskorišten, budućnost je u tehnologiji prijevoza. U radu će se analizirati pojam i vrste električnih vozila, njihov povijesni razvoj, prednosti i nedostaci, učinci na okoliš te trošak energije u cestovnom prijevozu. Potom će se analizirati isplativost i mogućnosti uvođenja električnih prijevoznih sredstva u cestovni prijevoz te mogućnost i dostupnost nabave električnih teretnih vozila na području Europske unije. Spomenuti će se i poticaji za nabavu električnih vozila te strategija niskouglijinog razvoja RH do 2030. godine s pogledom na 2050. godinu. U istraživačkom djelu rada analizirat će se postojanje i stanje infrastrukture za uključivanje električnih vozila u svakodnevni cestovni prijevoz na području Republike Hrvatske i ostalih zemalja članica Europske unije.

Ključne riječi: održivi razvoj, okoliš, cestovni prijevoz, električna prijevozna sredstva

Sadržaj

Sadržaj	iii
1. Uvod	1
1.1. Predmet i cilj rada	1
1.2. Metode istraživanja	1
1.3. Struktura rada	2
2. Općenito o cestovnim vozilima na električni pogon	3
2.1. Povijesni razvoj cestovnih električnih vozila	4
2.2. Vrste cestovnih električnih vozila.....	5
2.2.1. Hibridna električna vozila	5
2.2.2. Plug-In hibridna električna vozila.....	6
2.2.3. Električna vozila na gorive ćelije.....	8
2.2.4. Potpuno električna vozila	8
2.3. Prednosti električnih vozila.....	9
2.4. Nedostaci električnih vozila	11
3. Održivost električnih vozila u cestovnom prijevozu	13
3.1. Ekološki segment održivosti električnih vozila u cestovnom prijevozu	13
3.1.1. Potrošnja energije u cestovnom prometu	14
3.1.1.1. Energetska učinkovitost.....	18
3.1.1.2. Emisija CO ₂ u cestovnom prometu	21
3.1.2. Usporedba potrošnje fosilnih goriva i električne energije te emisija štetnih plinova kod hibridnih i konvencionalnih vozila	25
3.1.3. Ekološka isplativost proizvodnje baterija za električna vozila.....	28
3.1.3.1. Vrste baterija za električna vozila i održivost njihovih sirovina	28
3.1.3.2. Recikliranje i ponovna upotreba baterija iz električnih vozila.....	29
3.2. Ekonomski segment održivosti električnih vozila u cestovnom prijevozu	32
3.2.1. Kupovna cijena vozila.....	32

3.2.2. Troškovi održavanja i punjenja	34
3.2.3. Mogućnost dobivanja poticaja	39
3.2.4. Ekonomska isplativost proizvodnje baterija	40
4. Budućnost električnih automobila na području Europske unije	42
4.1. Europski Zeleni plan.....	42
4.2. Strategija niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske.....	44
4.3. Proizvođači električnih vozila	49
4.4. Postojanje i stanje infrastrukture za potpuni prelazak na električni pogon u cestovnom prijevozu na području Europske unije	51
4.4.1. Trenutno stanje i broj punionica u državama članicama Europske unije.....	51
4.4.2. Potrebna infrastruktura i planovi Europske unije za uspostavljanje infrastrukture	
55	
5. Zaključak	60
Popis literature	63
Popis slika	67
Popis tablica	68
Popis grafova	69

1. Uvod

U uvodnom dijelu rada biti će prikazan predmet i cilj rada, zatim korištene metode istraživanja te sama struktura cijelog rada.

1.1. Predmet i cilj rada

Štetni plinovi, koji nastaju kao nusprodukt povećanog prometa, zadnjih nekoliko godina glavni su uzročnik zagrijavanja zemljine atmosfere i uzrokovanja globalnog zatopljenja. Postavlja se pitanje koliko dugo svijet može trošiti neobnovljive izvore energije koje dovode do znatnog zagađenja zraka, tla i vode prije nego to dovede do uništavanja cijelih ekosustava. U novije doba sve se više priča o korištenju obnovljivih izvora energije kao supstituta za naftu, a najviše se pažnje pridaje mogućnosti zamjene konvencionalnih vozila koja koriste pogon na unutarnje izgaranje, električnim automobilima. Iako oni imaju dugu povijest, tek u natrag nekoliko godina, podizanjem razine ekološke osviještenosti, dobivaju na važnosti. Iako na prometnicama Europske unije još uvijek prevladavaju konvencionalna vozila, polako počinje revolucija u cestovnom prometu povećanjem broja električnih automobila i punionica koje se počinju postavljati na svakoj benzinskoj postaji. Do sada je potpuni prijelaz na alternativni pogon bio nedostižan zbog njihovog ograničenja u pogledu dometa i cijene, no stalnim napredovanjem tehnologije ove prepreke postaju sve manje te je pitanje vremena kada one neće više niti postojati.

Predmet ovog diplomskog rada je održivost električnih automobila u cestovnom prijevozu na području Europske unije. Obzirom na sve veću zainteresiranost vozača za ovakve automobile kao i same planove Europske unije o potpunoj zamjeni konvencionalnih vozila električnima, postavlja se pitanje da li je takav scenarij uopće izvediv u narednih nekoliko desetljeća. Cilj ovog rada je prikazati trenutni položaj električnih automobila naspram konvencionalnih kroz nekoliko elemenata održivosti kao što su to ekološka i ekonomska održivost. Osim toga ovaj rad osvrće se na trenutne ciljeve Europske unije donesene u sklopu Europskog zelenog plana u smislu mogućnosti njihove stvarne implementacije u praksi.

1.2. Metode istraživanja

Kod izrade ovog diplomskog rada korišteni su razni izvori literature kao što su to znanstveni članci s temom električnih vozila, njihova povijest, emisije štetnih plinova

cestovnog prometa te onečišćenje okoliša u cestovnom prometu kojima je pristupljeno putem Internet stranice HRČAK. Osim toga, izvori literature uključuju i razne internetske stranice koje sadržavaju informacije povezane uz temu rada, kao i web stranice raznih organizacija kao što je to stranica Europskog parlamenta, udruge Strujni krug, HAK-a, Vulcan-a, Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja, HEP-a i mnogih drugih. Temeljem toga, korišteni su sekundarni podaci kojima je pristupljeno putem interneta.

Kao metoda istraživanja korištena je analiza koju karakterizira raščlanjivanje cjelovitih ideja na sastavne elemente, traženja veza između njih te izvođenja zaključaka (Čendo Metzinger, Toth, 2020.).

1.3. Struktura rada

Ovaj diplomski rad sastoji se od pet poglavlja od kojih je prvi uvod u kojem se objašnjava predmet i cilj samog rada, zatim korištene metode istraživanja te struktura rada. Drugo poglavlje daje uvid u općenite podatke o električnim vozilima kao što su to njihovi osnovni dijelovima, njihova povijest i vrste koje postoje na cestovnim prometnicama. U ovom poglavlju također su prikazane prednosti i nedostaci električnih vozila u usporedbi s konvencionalnim vozilima. Treće poglavlje bavi se samom održivosti, specifično ekološkom i ekonomskom održivosti. Ekološka održivost proučavana je s aspekta ukupne potrošnje energije u cestovnom prometu, ispuštanja štetnih plinova od strane električnih i konvencionalnih vozila te je proučen i ekološki aspekt proizvodnje i recikliranja baterija za električne automobile. Ekonomski segment održivosti proučavan je s aspekta ukupnog troška električnih vozila naspram troškova konvencionalnih vozila, mogućnosti dobivanja poticaja kojima se taj trošak može smanjiti te ekonomski aspekt proizvodnje samih baterija za električne automobile. U četvrtom poglavlju prikazuje se budućnost električnih automobila na području Europske unije. Ovo poglavlje uključuje prikazivanje Europskog zelenog plana, Strategije niskougliječnog razvoja Republike Hrvatske, te dostupnosti električnih vozila kupcima, kroz analizu postojećih proizvođača ovakvih automobila. U ovom poglavlju nalazi se i istraživački dio rada koji prikazuje postojanje infrastrukture za uvođenje električnih automobila u cestovni promet kao i stanje te infrastrukture te koraci Europske unije da se ona dovede do razine na kojoj se nalazi infrastruktura koja podržava konvencionalna vozila. U petom ujedno i zadnjem poglavlju nalazi se zaključak u kojem se iznose zaključne misli temeljene na cjelokupnom sadržaju rada. Na kraju samog rada nalazi se popis literature, popis slika, tablica i grafikona.

2. Općenito o cestovnim vozilima na električni pogon

Kada se govori o cestovnim vozilima na električni pogon, najprije je potrebno definirati što su to električna vozila. Prema Glavaš i sur. električna vozila su „...sva vozila koja na neki način koriste električnu energiju za pokretanje pogonskog stroja.“ (Glavaš i sur., 2006.). To mogu biti romobili, bicikli, automobili, kamioni i druga prijevozna sredstva (Glavaš i sur., 2006.).

Za razliku od automobila koji koristi motor na unutarnje izgaranje, osnovni elementi koji pokreću električni automobil su električni motor, električne pogonske baterije i upravljač motora. Električni motor najvažnija je komponenta jer on, principom elektromagnetske indukcije, električnu energiju pretvara u mehaničku. Ovakvi motori sastoje se od dva namota, stator i rotor, od kojih je jedan radni, a drugi uzbudni. Oni se mogu podijeliti u tri vrste s obzirom na izvor napajanja: istosmjerni motor (DC), izmjenični motor (AC) i koračni elektromotor. Istosmjerni motori (DC), u odnosu na izmjenične (AC), lakši su i jeftiniji za upravljanje, no prednosti izmjeničnih motora nadmašuju prednosti istosmjernih. U neke od prednosti AC spadaju manje dimenzije pa tako i manja masa, zatim manji moment inercije, veća brzina vrtnje, i veći stupanj korisnog djelovanja. Osim toga, ovakvi motori imaju manju cijenu te su jednostavniji i jeftiniji za održavanje (Stojkov, Gašparović, Pelin i sur., 2014.).

Sljedeći glavni element električnih automobila je pogonska baterija. Ona određuje koje će to karakteristike imati vozilo jer ona definira cijenu, raspoloživost i autonomiju, to jest njegov doseg između dva punjenja. Performanse baterije mogu se odrediti preko dva čimbenika, a to su energija ili prijeđena udaljenost i snaga ili ubrzanje (Stojkov, Gašparović, Pelin i sur., 2014.).

Osim ovih osnovnih elemenata, električni automobili moraju sadržavati i razne druge elemente kao što su to analogno-digitalni pretvarač signala papučice gasa to jest informacija željene brzine od stane vozača vozila, zatim sklopnik, osigurač ili prekidač. Za razliku od automobila koji imaju motor na unutarnje izgaranje, električni automobili moraju imati mjerne instrumente za upravljanje vozila kao što su pokazivač preostalog kapaciteta baterije, napona, snage i brzine. Obzirom da su njihove baterije punjive, ovakvi automobili moraju sadržavati i punjač baterija, kabele pogonskog i pomoćnog napona, kabelske stopice te kabelske priključke (Stojkov, Gašparović, Pelin i sur., 2014.).

2.1. Povijesni razvoj cestovnih električnih vozila

Iako je pojam električnog vozila postao popularan tek u proteklih nekoliko godina s razvojem tehnologije i povećanom ekološkom osviještenosti društva, vozila na električni pogon započela su pisati svoju povijest još u 19. stoljeću. Njihova izrada postala je moguća nakon što se je 1829. godine pojavio prvi elektromotor, čijim daljnjim razvojem se je omogućila njegova primjena u komercijalne svrhe. Prvi električni automobil pojavio se još početkom 19. stoljeća kada ga je, između 1832 i 1839. godine konstruirao Robert Anderson. Tek dvadeset godina poslije pojavio se je prvi motor s unutarnjim izgaranjem (Stojkov, Gašparović, Pelin i sur., 2014.).

Prvi istosmjerni elektromotor konstruirao je Thomas Davenport u SAD-u 1834. godine. Samo četiri godine poslije, 1838. godine rusko njemački fizičar Moritz von Jakobi izradio je električni motor za pogon broda na rijeci Nevi u Petrogradu.

Thomas i Emily Davenport nastavljaju dolaziti do inovacija u ovom području te su oni u razdoblju od 1837. do 1842. godine razvili napredniju konstrukciju Faradayevog istosmjernog elektromotora, što je omogućilo uporabu elektromotora u komercijalne svrhe. Najprije se je koristio u tiskarstvu i pogonu strojnih alata (Stojkov, Gašparović, Pelin i sur., 2014.).

Nakon toga, Thomas Davenport i Robert Davidson godine 1842. neovisno konstruiraju bolji električni automobil koji je koristio cinkove baterije. Nedostatak ovog električnog automobila bio je što se ovakve baterije nisu mogle puniti, već su se one morale mijenjati, što je bilo iznimno skupo.

Osim u SAD-u uporabu električne energije istraživali su i europski znanstvenici, pa je tako Gaston Plante, u Francuskoj, u razdoblju od 1859. do 1865. godine istraživao i razvio punjive baterije, koje su preteča današnjih akumulatora. Nakon njega, 1881. godine Camille Alphonse Faure stvara novi preduvjet za razvoj električnih automobila konstruiranjem bolje olovne baterije koje imaju veći električni kapacitet. Godine 1886. konstruiran je prvi praktični istosmjerni motor koji je bio sposoban održati konstantnu brzinu pri promjenljivom teretu, a konstruirao ga je Frank Julian Sprague. Nakon toga William Morrison izrađuje elektromobil 1891. godine (Stojkov, Gašparović, Pelin i sur., 2014.).

Električni automobili doživljavaju svoje zlatno doba krajem 19. stoljeća. U to vrijeme već su postojali automobili s motorima na unutarnje izgaranje, no električni automobili imali su brojne prednosti nad njima, kao nepostojanje ispušnih plinova, stvaranje manje buke i ugodnija vožnju koja nije zahtijevala ručnu promjenu stupnjeva. Osim toga, u to vrijeme nedostatak automobila s motorom na unutarnje izgaranje bio je start motor ili ručni pokretač.

U Londonu električni automobili koristili su se za potrebe taksi prijevoza koje je proizvodio Walter C. Bersey, dok je u isto vrijeme u New York City-u „Electric Carriage and Wagon Company of Philadelphia“ uveo električne taksije. Jedino ograničenje ovakvih automobila bila je prosječna brzina i radijus kretanja.

Lohner-Porsche konstruirao je prvi hibridni automobil 1899. godine. Početkom 20. stoljeća u SAD-u, električni automobili imali su veći udio u ukupnom broju automobila od automobila s motorom na unutarnje izgaranje. Godine 1912. počinje serijska proizvodnja automobila s motorom na unutarnje izgaranje, obzirom da je te godine Charles Kettering patentirao električni pokretač za automobile s motorom s unutarnjim izgaranjem. Između 1935. i 1960. godine dolazi do zastoja u razvoju automobila na električni pogon. Razlog ovoga bilo je otkriće nafte u Teksasu, nakon čega je pala cijena nafte te je proizvodnja konvencionalnih automobila postala isplativija. Osim toga, ovakvi automobili mogli su prijeći veću udaljenost između punjenja rezervoara, što je bitno kod međugradskih relacija. Ovaj problem električnih automobila postao je izraženiji dvadesetih godina 19. stoljeća kada dolazi do poboljšanja cestovne infrastrukture te baterije u električnim automobilima nisu bile dovoljno snažne da bi izdržale duža putovanja. U ovo vrijeme otkrivena su mnoga nalazišta nafte diljem svijeta te ovaj izvor energije postaje najisplativiji, a automobili s motorom na unutarnje izgaranje nameću se kao jeftinije i pouzdanije prijevozno sredstvo. Usprkos tome, električni automobili nastavili su doživljavati napredak u svojem dometu i brzini kretanja, no njihova cijena postaje nedostupna većini kupaca (Stojkov, Gašparović, Pelin i sur., 2014.).

Danas je ponovno prepoznat potencijal električnih vozila i njihov doprinos u borbi protiv emisije CO₂, stoga oni ponovno dobivaju na važnosti. Tehnologija je daleko napredovala od početaka električnih automobila, stoga oni danas imaju puno bolje performanse kojima postaju konkurentni u usporedbi s konvencionalnim vozilima.

2.2. Vrste cestovnih električnih vozila

Električna cestovna vozila mogu se podijeliti u nekoliko kategorija: hibridna električna vozila, plug-in električna vozila, električna vozila na gorive ćelije te potpuno električno vozilo. U nastavku biti će objašnjena svaka vrsta električnih vozila.

2.2.1. Hibridna električna vozila

Prva vrsta električnih vozila koja će biti objašnjena su hibridna električna vozila ili skraćeno HEV. Ovakva električna vozila za pokretanje koriste motor s unutarnjim izgaranjem

i jedan ili više električnih motora s energijom pohranjenom u baterijama. Ono što je specifično kod njih je činjenica da kombinacijom karakteristika konvencionalnih i električnih vozila postižu mogućnost visoke uštede goriva i istovremeno nisku emisiju iz ispušnih cijevi dok zadržavaju snagu i domet koju imaju konvencionalnih vozila. Ovakva vozila imaju manji motor s unutarnjim izgaranjem zbog dodatne snage koju im pruža električni motor te pomoću baterije mogu napajati pomoćna opterećenja. Upravo ovo rezultira boljom uštedom goriva bez žrtvovanja performansi vozila (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

Iako hibridna vozila koriste električni motor na baterije, oni se ne mogu puniti na vanjski izvor električne energije, već za to koriste regenerativno kočenje i motor s unutarnjim izgaranjem. Ovo funkcionira na način da, koristeći elektromotor kao generator, vozilo hvata energiju koja se inače gubi kod kočenja te ju pohranjuje u bateriju (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

Hibridna električna vozila mogu se podijeliti u dvije vrste, to su potpuni i blagi hibridi. Potpuni hibridi mogu koristiti bateriju i elektromotor za pokretanje vozila pri malim brzinama i kratkim udaljenostima. Ovakva električna vozila kombiniraju snagu elektromotora i motora na različite načine pa ih se prema tome može svrstati u paralelne ili serijske hibride. Paralelni hibridi koriste mehaničku spojku za povezivanje motora i električnog motora s kotačima te oba motora izravno pokreću kotače vozila. Paralelni hibridi su najčešći dizajn hibridnih električnih vozila. Serijski hibridi, za razliku od paralelnih koriste samo električni motor za pokretanje kotača (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

Blagi hibridi vozila su koja se ne mogu pokretati koristeći samo električnu energiju te oni koriste bateriju i električni motor za napajanje. Ovakva vozila motoru omogućuju gašenje kada vozilo stoji te su jeftinija od potpunih hibrida (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

2.2.2. Plug-In hibridna električna vozila

Plug-in hibridna električna vozila ili skraćeno PHEV vrsta su hibridnih vozila koja za pokretanje koriste baterije za napajanje elektromotora i motor na unutarnje izgaranje koji se pokreće korištenjem fosilnih goriva poput benzina ili dizela (Alternative Fuels Data Center, bez dat.). Za razliku od hibridnih vozila, plug-in hibridna električna vozila mogu puniti svoje baterije pomoću vanjskog izvora električne energije i regenerativnog kočenja. Zbog toga ovakva vozila koriste više električne energije od hibridnih vozila što ih čini ekonomičnijima (Barmaki i sur., 2016.). Kao i hibridna vozila, oni imaju manju potrošnju goriva u usporedbi s konvencionalnim vozilima te mogu proizvesti niže razine emisije štetnih plinova jer koriste i

električnu energiju za pokretanje vozila. Ovakva vozila skuplja su od konvencionalnih i hibridnih vozila, no neki se troškovi mogu nadoknaditi uštedom goriva (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

Kao i hibridna vozila, PHEV-ovi sastoje se od motora s unutarnjim izgaranjem i električnog motora koji koristi energiju pohranjenu u baterijama, no razliku čini veličina baterije električnog motora. Naime, PHEV-ovi imaju veće pakete baterija od hibridnih električnih vozila što znači da imaju i veći "električni domet", to jest udaljenost koju mogu prijeći koristeći samo električnu energiju. Električna energija većinom se koristi tijekom gradske vožnje dok motor s unutarnjim izgaranjem pokreće vozilo kada je baterija prazna, tijekom naglog ubrzanja ili kada su prisutna intenzivna opterećenja grijanja ili klimatizacije. Neka plug-in hibridna vozila mogu funkcionirati i na suprotan način, to jest da se motor s unutarnjim izgaranjem koristi za gradsku vožnju dok se električna energija koristi za napajanje pomoćne opreme vozila (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

Kada se govori o napajanju baterija ovakve vrste vozila, one se mogu puniti iz tri izvora, to jest vanjskim izvorom električne energije, motorom s unutarnjim izgaranjem ili putem regenerativnog kočenja. Kao i kod hibridnih vozila, kod regenerativnog kočenja elektromotor djeluje kao generator, koristeći energiju za punjenje baterije, vraćajući tako energiju koja bi bila izgubljena. Ovakvi automobili imaju mogućnost smanjenje potrošnje fosilnih goriva, no to ovisi o količini utrošene električne energije, pa tako ukoliko se vozilo nikad ne priključi na napajanje radi punjenja, potrošnja goriva bit će otprilike ista kao kod hibridnog električnog vozila. Ukoliko se vozilo redovito priključuje na napajanje za punjenje ono može koristiti i samo električnu energiju (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

Kod ovakvih vozila postoje dva načina kombiniranja snage iz elektromotora i motora, to jest paralelni i serijski. Kod paralelnih hibrida, putem mehaničke spojke povezuje se rad motora i elektromotora te oni oboje mogu istovremeno pokretati kotače. Za razliku od njih, serijski plug-in hibridi koriste samo električni motor za pogon kotača, dok se motor s unutarnjim izgaranjem koristi za proizvodnju električne energije za motor. Također, ovakva vozila mogu se prebaciti i na način rada paralelnog hibrida kod velikih brzina na autocesti kada se baterija isprazni. Neka plug-in hibridna vozila koriste prijenose koji im omogućuju rad u paralelnim ili serijskim konfiguracijama, prebacujući se između njih na temelju profila vožnje (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

2.2.3. Električna vozila na gorive ćelije

Treća vrsta električnih automobila su električna vozila s gorivim ćelijama. Ova vrsta vozila za pokretanje koristi vodik. Njihov pogonski sustav sličan je kao i kod električnih vozila, energija koja je pohranjena kao vodik pretvara se u električnu energiju pomoću gorive ćelije. Čisti vodikov plin koji koriste za pogon pohranjen je u spremniku za vozilo. Kao i kod konvencionalnih vozila koja koriste fosilna goriva, ovi automobili mogu napuniti spremnik goriva za oko 5 minuta te s njime mogu prijeći više od 450km (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

Osim korištenja vodika, ovakva vozila koriste i regenerativno kočenje za hvatanje energije koja se izgubi tijekom kočenja te se ona pohranjuje u bateriju. Oni su učinkovitiji od konvencionalnih vozila te ne proizvode štetne emisije iz ispušnih cijevi već oni ispuštaju samo vodenu paru i topli zrak (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

2.2.4. Potpuno električna vozila

Posljednja vrsta električnih vozila su potpuno električna vozila, koja se nazivaju i baterijska električna vozila ili skraćeno BEV. Ovakva vozila koriste baterije za pohranjivanje električne energije koja pokreće motor, a one se pune spajanjem vozila na vanjski izvor električne energije. Danas su komercijalno dostupna laka i teška potpuno električna vozila, no ovakva vozila skuplja su od konvencionalnih i hibridnih vozila (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

Potpuna električna vozila obično imaju kraći domet od konvencionalnih vozila, no ova razlika se smanjuje razvojem opreme za punjenje. Osim toga, na njihov domet uvelike utječu i uvjeti vožnje, pa tako ekstremne vanjske temperature smanjuju domet jer se mora potrošiti više energije za grijanje ili hlađenje kabine. Ova vozila učinkovitija su kod gradske vožnje jer mogu koristiti napajanje putem regenerativnog kočenja, dok su manje učinkoviti kod vožnje autocestom jer takva vožnja obično zahtijeva više energije za prevladavanje povećanog otpora pri većim brzinama, što smanjuje domet vozila (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

Osim toga, potpuna električna vozila kategoriziraju se kao vozila s nultom emisijom jer ne proizvode izravne emisije ispušnih plinova stoga su ekološki prihvatljivija od vozila koja koriste fosilna goriva za pokretanje motora (Alternative Fuels Data Center, bez dat.).

2.3. Prednosti električnih vozila

Električni automobili sve su popularniji izbor vozača te se, u budućnosti, ne isključuje scenarij gdje oni potpuno zamjenjuju vozila na motor s unutarnjim izgaranjem. Kada se usporedi to dvoje, vidljivo je da električni automobili imaju mnoge bitne prednosti nad automobilima s motorom na unutarnje izgaranje. Jedna od važnih prednosti, koja je ujedno i vrlo značajna za očuvanje okoliša, je ta da električni automobili ne proizvode emisiju štetnih plinova (N1 Info, 2023.). Naime, konvencionalna vozila ispuštaju razne štetne plinove kao što su ugljikov monoksid koji je jedan od najzastupljenijih ispušnih plinova, a iznimno je otrovan i opasan za ljudsko zdravlje jer on sprječava prijenos kisika u krvi. Osim njega, ovakvi automobili ispuštaju i sumporov dioksid, ugljikovodik, dušikov oksid, kao i ugljikov dioksid (CO₂) koji je jedan od glavnih uzročnika zagađenja zraka te stvaranje efekta staklenika i u konačnici uzrokuje globalnog zatopljenja (Ivanković, 2022.). Korištenjem električnih automobila ovakva vrsta zagađenja svedena je na minimum ili je u potpunosti nema.

Osim ispuštanja štetnih plinova, konvencionalna vozila proizvode i zvučno zagađenje, to jest oni stvaraju buku i vibracije. U usporedbi s time, električna vozila su mnogo tiša te osiguravaju mirniju vožnju. Obzirom da oni ne koriste motor na unutarnje izgaranje, prilikom vožnje ne dolazi do raznih zvukova pumpanja ili šištanja (Parkilo, bez dat.).

Jedna od prednosti električnih vozila je i ušteda goriva, to jest niži troškovi vožnje. Pogonsko gorivo koje koriste konvencionalna vozila iznimno su skupa, te je njihova cijena podložna raznim oscilacijama zbog promjena na svjetskom tržištu. Električni automobili mogu se puniti kod kuće ili na javnim stanicama za punjenje. Osim toga, ovakvi automobili imaju sustav punjenja regenerativnim kočenjem, pri čemu se smanjuje količina električne energije koja se treba unijeti prilikom punjenja (Parkilo, bez dat.).

Osim uštede kod punjenja, električna vozila prednjače od konvencionalnih i u troškovima njihovog održavanja. Naime, ovakvi automobili, zbog regenerativnog kočenja imaju puno manje pokretnih dijelova od konvencionalnih vozila pa ne zahtijevaju često mijenjanje disk pločica. Isto tako, oni imaju manje tekućine, pa ne zahtijevaju promjenu ulja. Osim toga, niti u njihovim kotačima se ne nalaze pokretni dijelovi, stoga ih je potrebno mijenjati manje nego što je to potrebno kod konvencionalnih vozila (N1 Info, 2023.).

Još jedna prednost električnih automobila su njihove izvrsne sigurnosne karakteristike. Ovakva vozila dolaze s raznim naprednim sigurnosnim značajkama, kao što je to adaptivni tempomat koji nadzire objekte ispred vozila pomoću senzora i kamera te ukoliko bi moglo doći do sudara ova značajka odmah uključuje kočnice te sprječava sudar. Osim toga, ovakvi automobili imaju mogućnost automatskog isključivanja dugih svjetla kada senzori detektiraju

drugo vozilo na maloj udaljenosti. Oni često imaju i senzore koji vozača upozoravaju o napuštanju promete trake kojom se kreću te ukoliko vozač ne reagira vraćaju automobil u njegovu traku. Također, oni imaju i ugrađenu tehnologiju koja nadzire mrtvi kut te obavještava vozača ukoliko mu se približava vozilo s bilo koje strane. Upravo zbog moderne tehnologije ugrađene u automobile, postoji manja šansa za prometnim nesrećama i oštećenjima automobila, ali i ozljedama osoba u vozilu (Parkilo, bez dat.).

U prednosti električnih automobila može se svrstati i činjenica da kod ovakvih automobila nema odgode ubrzanja, to jest nakon pritiska na papučicu gasa, snaga se prenosi odmah, te su na raspolaganju sve konjske snage, čak i ako se radi o slabijim automobilima. Električni i hibridni automobili nemaju prijenos, to jest motor odmah šalje snagu u kotače, dok se kod konvencionalnih vozila mora pričekati prebacivanje u niži ili viši stupanj prijenosa prije nego što snaga dođe u kotače (Parkilo, bez dat.).

Ovakvi automobili imaju najbolje performanse kada se koriste za gradsku vožnju manjih relacija, što je još jedna od njegovih prednosti jer je to uglavnom ruta koju vozači prelaze svakodnevno (N1 Info, 2023.). U mnogo europskih gradova automobilima je zabranjen ulazak u središte grada upravo zbog njihove emisije štetnih plinova. Obzirom da električni automobil ne ispušta te plinove s njima je moguće ući i u središte takvih gradova (Parkilo, bez dat.).

Posljednja prednost električnih automobila koja će biti prikazana je mogućnost dobivanja poticaja kod njihove kupnje te smanjenje poreza. Naime, u Republici Hrvatskoj Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost na godišnjoj razini daje poticaje kod kupnje električnih automobila. U 2022. godini maksimalni iznos koji se je mogao ostvariti iznosio je čak 70.000 kn. Osim toga, i Europska unija ima brojne poticaje i pogodnosti koje nude onima koji kupe električni automobil. Za ovakve automobile s manjom emisijom štetnih plinova, manji je i porez u mnogim zemljama članicama Europske unije. Tako na primjer u Norveškoj su električni automobili potpuno oslobođeni PDV-a, dok su u Njemačkoj oslobođeni plaćanja poreza do 10 godina (Parkilo, bez dat.).

Električni automobili imaju mnogo prednosti nad konvencionalnim vozilima, oni ne proizvode štetne plinove, sigurniji su i udobniji od konvencionalnih automobila, njihov motor ne proizvodi buku, manje se kvare, te iako je njihova inicijalna cijena visoka, vlasnici imaju manje troškova kod punjenja automobila. Sve ove prednosti ukazuju kako bi električni automobili u skoroj budućnosti mogli u potpunosti zamijeniti konvencionalna vozila.

2.4. Nedostaci električnih vozila

Iako se danas električni automobili predstavljaju kao idealno rješenje za sve nedostatke konvencionalnih vozila u smislu zagađivanja okoliša, i električni automobili imaju svoje mane zbog kojih se mnogi ne odlučuju na njihovu kupnju. Glavni nedostatak zbog kojeg kupci obično odustanu od kupnje je njihova cijena. Naime, ovakvi automobili mnogo su skuplji od konvencionalnih automobila. Iako se ovaj nedostatak može nadoknaditi uštedom na gorivu i popravcima, njihova inicijalna cijena je bitan element kod odluke na kupnju. Osim toga, cijena električne energije posljednjih godina je porasla, stoga je i punjenje automobila kod kuće skuplje nego što je to bilo prije (N1 Info, 2023.).

Jedan od nedostataka ovakvih automobila je njihov doseg, to jest udaljenost koju može prijeći između dva punjenja, koji je manji od dosega konvencionalnih vozila. Ovaj nedostatak bio je mnogo izraženiji u ranim električnim automobilima, no on se novijom tehnologijom sve više smanjuje, te današnji električni automobili s jednim punjenjem mogu prijeći i do 400 kilometara. Oni i dalje nisu pogodni za duža putovanja jer je potrebno duže vrijeme da se baterije napune. Osim toga, trenutna infrastruktura za punjenje ovakvih automobila nije još dovoljno razvijena te nemaju sva mjesta dostupne javne stanice za punjenje. Isto tako, sam domet automobila smanjuje se utjecajem vremenskih uvjeta, pa tako zimski uvjeti ograničavaju performanse baterije (N1 Info, 2023.).

Kao što je već spomenuto, samo vrijeme punjenja baterija ovakvih automobila je jedan od njegovih nedostataka jer je ono mnogo duže od punjenja rezervoara konvencionalnih vozila. Za njih je potrebno izdvojiti samo nekoliko minuta, dok je za električni automobil, ovisno o jačini punjača, potrebno izdvojiti i do nekoliko sati (N1 Info, 2023.).

Također, ovakvi automobili suočavaju se s brzim zastarijevanjem te proizvođači trebaju stalno ulagati u nove baterije. Obzirom da ovakvi automobili imaju bateriju, samo popravak automobila postaje mnogo kompliciranije nego što je to s konvencionalnim vozilima. Vlasnici električnih automobila ne mogu sami učiniti manje popravke, a većina autoservisa ne zna popravljati ovakve automobile već se oni moraju obaviti u ovlaštenom autoservisu. Naravno, sam broj i rasprostranjenost ovakvih autoservisa je problem za vlasnike vozila, a problem predstavlja i visoka cijena popravka. Obzirom da druge opcije nema, vlasnici automobila moraju platiti visoku cijenu popravka bez mogućnosti traženja jeftinijeg rješenja (Valentak, 2019.).

Osim samih nedostataka za vozače, električni automobili ipak imaju i nekih negativnih posljedica na okoliš i društvo. Jedna od njih je činjenica da se ovakvi automobili proizvode na više kontinenata zbog čega imaju i vrlo komplicirane procese prijevoza. Većina proizvođača

izgradila je tvornice na drugim kontinentima kako bi smanjili troškove. Materijal od kojeg se izrađuju baterije, također je veliki nedostatak električnih automobila. Naime, prvi ovakvi automobili koristili su nikal-metal baterije za čiju proizvodnju su bili potrebne sirovine iskopane iz rudnika na izoliranim dijelovima svijeta. Danas se mnogo više koriste litij-ionske baterije, no ni ovo nije bolje rješenje, obzirom da je litij ograničeni i vrlo skup materijal što direktno utječe na cijenu automobila. Osim litija, u industriji proizvodnje električnih automobila koriste se i drugi rijetki metali čija povećana potražnja i iskopavanje šteti okolišu (Valentak, 2019.).

Kada se govori o očuvanju okoliša koje električni automobili pružaju, potrebno je spomenuti da oni također koriste baterije koje su potencijalni zagađivači okoliša. Naime ovakve baterije mogu se reciklirati, no obzirom na rastuću potražnju električnih automobila, poduzeća koja se bave recikliranjem još nema dovoljno te je upitno hoće li ih biti te hoće li se baterije reciklirati na pravi način. Vidljivo je i danas da se konvencionalni automobili ne recikliraju na pravi način te stari automobili još uvijek zagađuju okoliš iako se više ne koriste. Ovakav scenarij moguć je i s električnim vozilima ukoliko se potražnja za njima poveća prije nego se nađe odgovarajuće rješenje za reciklažu (Valentak, 2019.).

Električna vozila poznata su po činjenici da ona ne proizvode ispušne plinove te ne koriste fosilna goriva koja spadaju u neobnovljive izvore energije. Iako to ima brojne pozitivne efekte na okoliš, ovakvi automobili koriste električnu energiju koja uglavnom dolazi iz neobnovljivih izvora te iako se za proizvodnju električne energije mogu koristiti solarni paneli, oni su izrazito skupi i često neisplativi. Neki automobili za pokretanje koriste vodik, no niti to nije ekološki najbolje rješenje obzirom da veća proizvodnja vodika dovodi do nastajanja ugljičnog dioksida i ugljičnog monoksida (Valentak, 2019.).

Električni automobili, iako se predstavljaju kao savršeno rješenje za suzbijanje štetnih utjecaja na okoliš koje prouzrokuju konvencionalna vozila, i dalje imaju mnogo svojih mana koje treba poboljšati. Njihove performanse i dalje nisu jednake konvencionalnim vozilima, postoji mnogo problema oko napajanja i popravka vozila, a upitan je i njihov ekološki aspekt. Iako nemaju emisiju štetnih plinova, njihovi dijelovi i proizvodnja dovode do zagađenja okoliša. Oni zahtijevaju iskapanje mnogo rijetkih metala te stvaraju probleme što se tiče njihove reciklaže. Prije nego što se počnu masovno proizvoditi i koristiti, proizvođači bi trebali pronaći ekološka rješenja ovih nedostataka električnih automobila, kako bi oni uistinu mogli zamijeniti konvencionalna vozila za opću dobrobit planeta.

3. Održivost električnih vozila u cestovnom prijevozu

U ovome poglavlju analizirati će se održivost električnih vozila u cestovnom prijevozu. Ona će biti analizirana kroz dva segmenta: ekološki i ekonomski. Pod ekološki segment održivosti spada utjecaj na okoliš i ekosustav, trošenje resursa i sl., dok se ekonomski segment gleda kroz financijsku isplativost i profitabilnost. Pod pojmom održivosti može se smjestiti i društvena održivost koja se odnosi na utjecaj na ljude i poboljšanje kvalitete njihovog života.

U svrhu analize ekološkog segmenta u nastavku će se objasniti što je to energija i koji izvori energije postoje, zatim će se prikazati koliko se energije trenutno troši u cestovnom prometu te će se prikazati usporedba potrošnje energije i ispuštanje štetnih plinova konvencionalnih i električnih vozila. Osim toga, prikazati će se i ekološka strana proizvodnje baterija. Ekonomski segment održivosti električnih vozila prikazati će se kroz financijsku isplativost nabave i održavanja električnih vozila naspram konvencionalnih.

3.1. Ekološki segment održivosti električnih vozila u cestovnom prijevozu

Ekološki segment uvođenja električnih vozila u cestovni prijevoz može se analizirati kroz ukupnu potrošnu energiju, njezine izvore i emisiju štetnih plinova cestovnih vozila te proizvodnju baterija. Najprije je potrebno utvrditi što je to energija, od kuda se ona sve može crpiti te kakve to posljedice ima na okoliš i ljude.

Energija se može definirati kao sposobnost obavljanja nekog rada. Ona nam je potrebna u svakom aspektu života jer ju koristimo za grijanje, hlađenje, osvjetljavanje, rad, ali i pokretanje raznih uređaja pa tako i motora automobila. Upravo iz tog razloga cestovni prijevoz jedan je od velikih potrošača energije. Jedna od specifičnosti energije je činjenica da ona ne može nestati ni nastati, već ona prelazi iz jednog oblika u drugi. Pod osnovne oblike energije spadaju toplinska, kemijska, električna, kinetička i nuklearna energija. Svaka od ovih vrsta energije dolazi iz različitih izvora, no oni se generalno mogu podijeliti u dvije skupine, obnovljivi i neobnovljivi izvori energije. Kao što i sam naziv kaže, neobnovljivi izvori energije ne mogu se obnoviti, to jest oni su ograničeni i mogu se iskoristiti samo jedanput. U ovu vrstu energenata spadaju nafta, ugljen, prirodni plin te nuklearna energija. Svi ovi energenti, osim nuklearne energije, čine fosilna goriva te su oni glavni izvor energije u svijetu pa tako i u

sektoru prometa. Osim što su ovi energenti ograničeni, oni i uvelike onečišćuju okoliš jer se njihovim sagorijevanjem oslobađaju štetni plinovi koji onda uzrokuju probleme kao što su kisele kiše, globalno zatopljenje, zagađenje gradova i mnoge druge, po zdravlje i okoliš štetne posljedice. Iako su ovi energenti ograničeni, njihova početna cijena vrlo je niska te su zbog toga oni i dalje glavni izvori energije (Djukić, Horvat, Maras i sur., 2012.).

Drugi izvor energije su obnovljivi izvori, to jest oni se mogu koristiti neograničeno. U ovakvu vrstu energije ubraja se sunčeva energije, energije vjetra, energije vodenih tokova, energija valova, plime i oseke, biomasa, plin iz deponija i geotermalna energija. Energija dobivena iz ovih izvora znatno je bolja za okoliš te se njezinim korištenjem može smanjiti količina CO₂ u zraku kao i postići mnogo drugih pozitivnih učinaka na okoliš (Djukić, Horvat, Maras i sur., 2012.).

3.1.1. Potrošnja energije u cestovnom prometu

Kao jedan od glavnih elemenata ekološkog segmenta uvođenja električnih vozila u cestovni promet najprije je bitno napraviti analizu ukupne potrošnje energije u cestovnom prijevozu, koliki dio te energije dolazi iz obnovljivih izvora te kako to utječe na okoliš. U europskom prometnom sektoru, glavni izvor energije za pokretanje vozila dolazi upravo iz obnovljivih izvora energije, konkretno naftnih derivata. Izgaranjem ovih energenata dolazi do oslobađanja velikih količina ugljikovog dioksida i mnogih drugih štetnih plinova koji uzrokuju zagađenje okoliša te prijete zdravlju ljudi. U razdoblju od 1990. do 2008. godine, količine emisije CO₂ iz prometnog sektora porasle su za 24% te čine 19,5% u ukupnim emisijama stakleničkih plinova na području EU. Upravo zato jedan od ciljeva Europske unije je i smanjenje emisije CO₂ između 80 i 95 posto do 2050. godine, u odnosu na referentnu 1990. godinu (Granić, 2012.).

Europska komisija još je 2011. godine iznesla cilj da alternativna goriva do 2050. godine u potpunosti zamijene fosilna. Ona napominje kako bi se sve energetske potrebe u prometu mogle zadovoljiti kombinacijom električne energije, vodika i biogoriva, sintetičkih goriva, stlačenog prirodnog plina/bioplina (SPP-a) te ukapljenog naftnog plina (UNP-a) kao dodatnog alternativnog goriva. U Republici Hrvatskoj upravo je sektor prometa najbrže rastuća grana, a isto tako i najznačajniji potrošač energije. Ovaj sektor uzima preko 30% energije u strukturi finalne potrošnje, dok je cestovni promet zadužen za 89% potrošnje u ukupnom utrošku energije u prometu. Od toga, čak se 95% utrošene energije pokriva iz uvoznih naftnih derivata (Granić, 2012.).

Ako se pogleda potrošnja energije u prometu u 2021. godini u Republici Hrvatskoj može se vidjeti da je ona povećana za 11,1% u odnosu na 2020. godinu. Također, u razdoblju od 2016. do 2021. godine prosječna godišnja stopa potrošnje energije u prometu povećavala se je za 0,7%. Potrošnja dizelskog goriva, tekućih biogoriva, prirodnog plina i električne energije bilježila je trend rasta, dok je potrošnja drugih oblika energije bilježila trend pada (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021.).

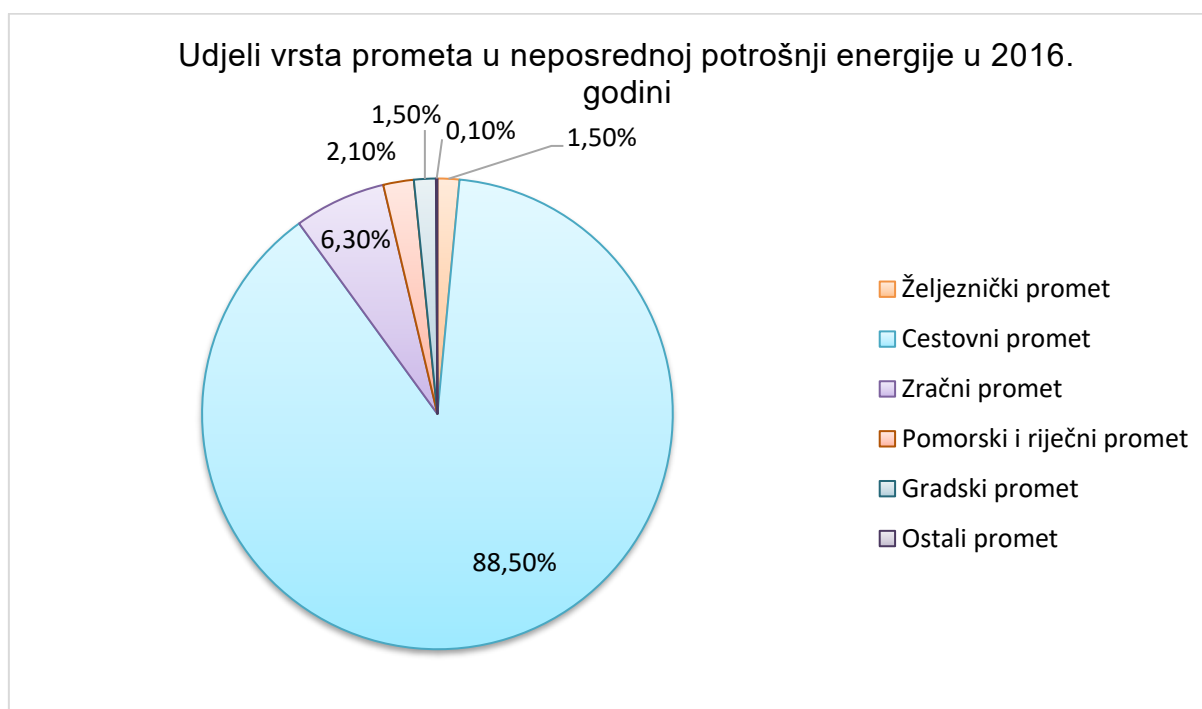
Također u razdoblju od 2016. do 2021. godine cestovni promet bilježi trend povećanja potrošnje energije. Potrošnja po pojedinim vrstama prometa u razdoblju od 2016. do 2021. godine može se vidjeti u tablici 1. Prema njoj vidljivo je da potrošnja energije u cestovnom prometu bilježi trend rasta u svim promatranim godinama osim u 2018. kada bilježi blagi pad, te 2020. godine kada je bilježila strmi i značajniji pad, uzrokovan pandemijom korona virusa. Nakon te godine potrošnja energije ponovno bilježi rast. Također, ako se pogleda cijelo razdoblje od 2016. do 2021., cestovni promet bilježi ukupni rast potrošnje energije za 1,1%. Također može se vidjeti i da cestovni promet troši znatno više energije od ostalih vrsta prometa (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021.).

Tablica 1 Potrošnja energije pojedinih vrsta prometa

	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2021./20.	2016.-21.
	PJ							%
Željeznički promet	1,34	1,34	1,26	1,26	1,19	1,25	5,2	-1,4
Cestovni promet	80,50	86,69	84,57	88,26	78,03	84,93	8,8	1,1
Zračni promet	5,71	6,75	8,29	8,94	2,60	4,54	74,7	-4,5
Pomorski i riječni promet	1,87	1,98	2,10	2,18	1,80	2,11	17,3	2,4
Javni gradski promet	1,41	1,46	1,45	1,42	1,13	1,31	15,3	-1,5
Ostali promet	0,12	0,14	0,16	0,11	0,13	0,14	7,9	2,1
UKUPNI PROMET	90,96	98,37	97,82	102,17	84,87	94,27	11,1	0,7

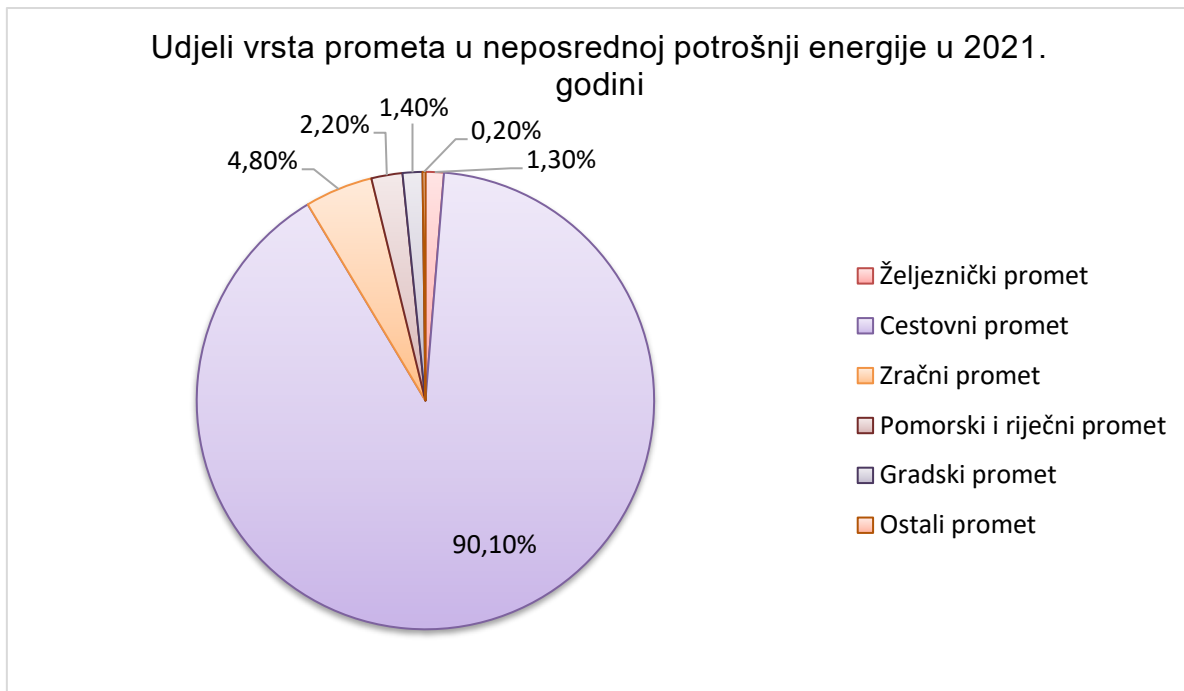
(Izvor: vlastita izrada prema Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021., prema EIHP)

Na grafikonu 1 i grafikonu prikazani su udjeli pojedinih vrsta prometa u neposrednoj potrošnji energije u 2016. i 2021. godini, te se može vidjeti da je u 2021. godini cestovni promet činio čak 90,1% od ukupne potrošnje energije u prometu dok je u 2016. godini taj postotak iznosio 88,5%. Iz toga je vidljivo da udio cestovnog prometa, u neposrednoj potrošnji energije u prometu, raste.



Graf 1 Udjeli vrsta prometa u neposrednoj potrošnji energije u 2016. godini

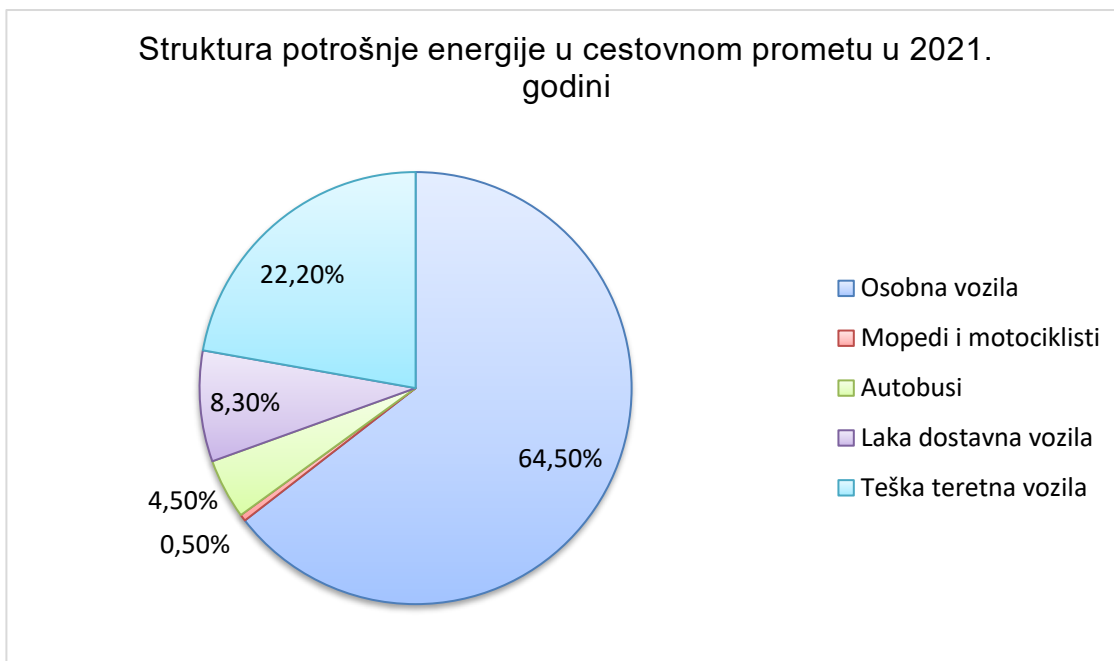
(Izvor: Vlastita izrada prema Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021., prema: EIHP)



Graf 2 Udjeli vrsta prometa u neposrednoj potrošnji energije u 2021. godini

(Izvor: Vlastita izrada prema Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021., prema EIHP)

Kada se pogleda sama strukturu cestovnog prometa, ona se može podijeliti na osobna vozila, motocikle, autobuse te laka i teška teretna vozila. Grafikon 3 prikazuje strukturu potrošnje energije u cestovnom prometu u 2021. godini te je iz njega vidljivo da osobna vozila troše 64,5% ukupne energije potrošene u cestovnom prometu dok su nakon njih, drugi najveći potrošač energije teška teretna vozila koja troše 22,2% ukupne energije potrošene u prometu. Također, potrošnja energije lakih i teških teretnih vozila zauzima udio od oko 30%. Ovo znači da su najveći potrošač energije u cestovnom prometu osobna vozila, dok su drugi po redu teška teretna vozila.



Graf 3 Struktura potrošnje energije u cestovnom prometu u 2021. godini

(Izvor: Vlastita izrada prema Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021., prema EIHP)

Promatranjem trenda registriranih osobnih vozila po glavi stanovnika u proteklih deset godina može se uočiti da je on u porastu, te se u budućem razdoblju očekuje nastavak trenda rasta. Upravo se zbog toga i očekuje da će osobna vozila i dalje biti dominantna u strukturi potrošnje energije u cestovnom prometu. Osim toga, u promatranom razdoblju uočeno je povećanje udjela vozila s dizelskim pogonom, a smanjenje udjela vozila s benzinskim pogonom (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021.).

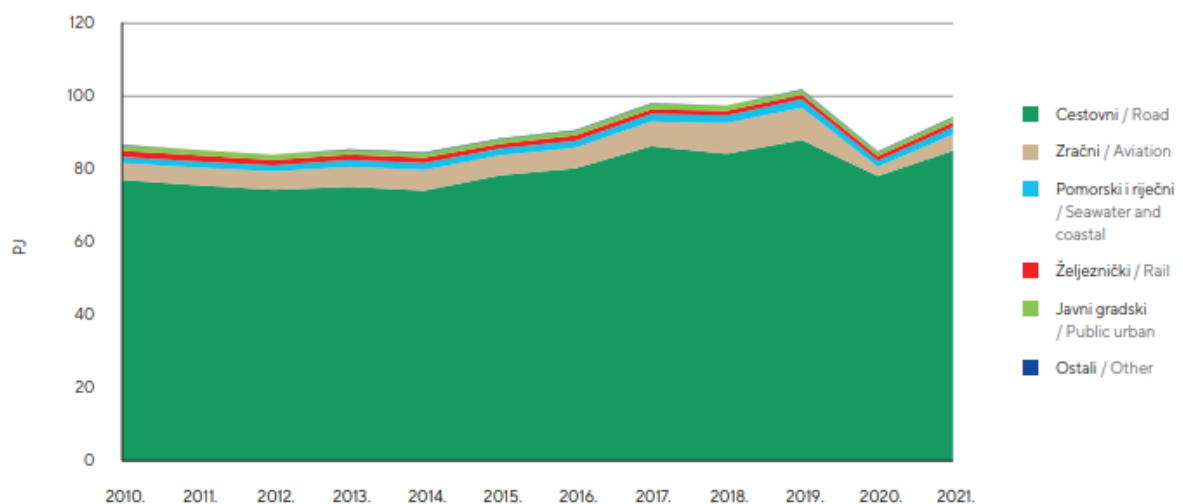
Osobna i teretna vozila najveći su potrošači energije, a samim time i najveći zagađivači okoliša u cestovnom prometu. Upravo u njima leži najveći potencijal za uvođenje ekološki prihvatljivijih rješenja uvođenja vozila na električni pogon.

3.1.1.1. Energetska učinkovitost

U Republici Hrvatskoj, najznačajniji potrošač energije je sektor prometa koji ima udio od 30% u ukupnoj energetskej potrošnji. Ako se pogleda razdoblje u proteklih 10 godina, ovaj sektor bilježi kontinuirani rast potrošnje energije, dok je 2019. godine zabilježena najviša potrošnja energije kroz povijesno razdoblje od čak 101,84 PJ. Iako se tijekom pandemije korona virusa dogodio znatni pad od 15%, već u 2021. godini, s gospodarskim opravkom,

dolazi do ponovnog povećanja potrošnje energije. Cestovni promet zauzima čak 90% potrošnje energije u ukupnoj potrošnji sektora prometa (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021.).

Upravo ovo može se vidjeti i na slici 4 koja prikazuje strukturu potrošnje energije u prometnom sektoru. Zelenom bojom označena je potrošnja energije cestovnog prometa te on zauzima najveći dio grafikona što ukazuje i na najveću potrošnju energije ove vrste prometa. Također vidljivo je da cestovni promet zauzima oko 80% od ukupne energije potrošene u prometu s blagim trendom rasta kroz promatrane godine, osim u 2020. kada bilježi blagi pad. Ovaj pad je kratkotrajan te već sljedeće godine cestovni promet bilježi povećanje potrošnje energije.



Slika 1 Struktura potrošnje energije u sektoru prometa

(Izvor: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021., prema EIHP)

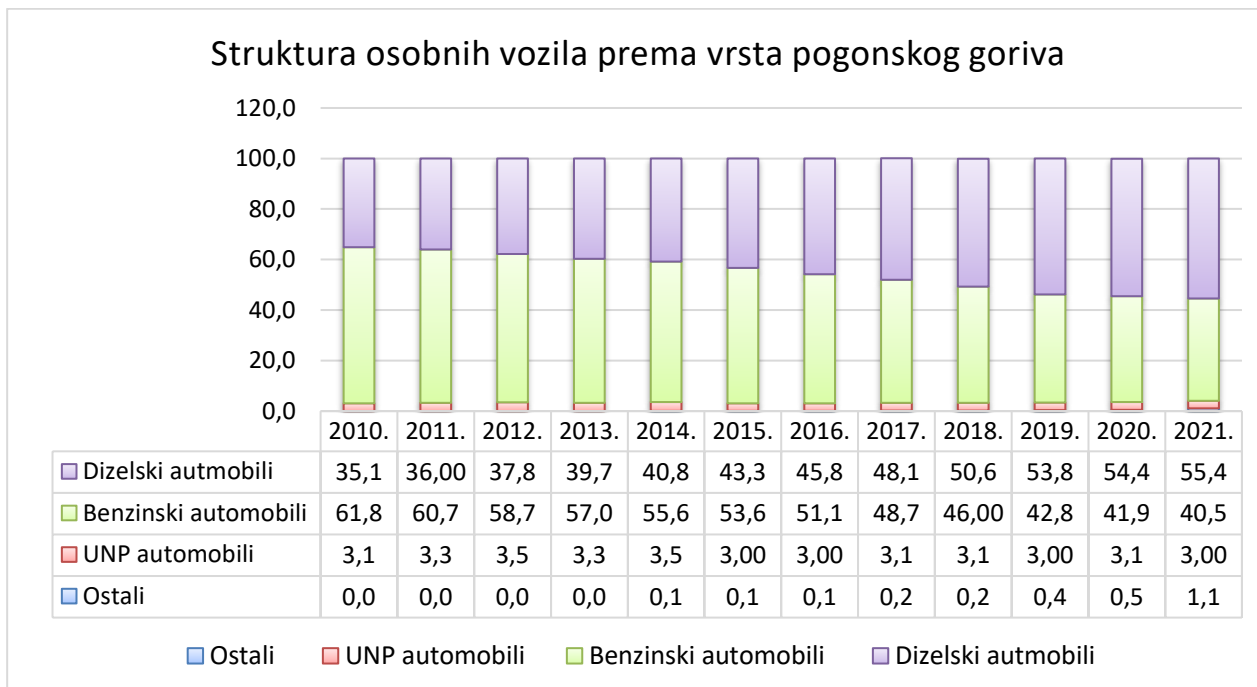
Ovakva potrošnja energije, obzirom da većina dolazi iz fosilnih goriva, stvara ekološki problem zagađenja zraka. Ona ima i neke svoje pozitivne strane, a jedna od njih je činjenica da postoji veliki potencijal za ostvarivanje energetske ušteda provedbom mjera energetske učinkovitosti u području cestovnog prometa.

Jedna od tih mjera je i projekt „Vozimo ekonomično“ koju je 2014. godine pokrenuo Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost u svrhu razvoja tržišta vozila s alternativnim pogonom. Kroz ovaj projekt omogućeno je da se fizičkim i pravnim osobama dodjeljuju bespovratna sredstva za kupnju energetski učinkovitijih vozila. U sklopu ovog projekta u

razdoblju od 2014. do 2020. godine sufinancirana je nabava više od 4.500 električnih i hibridnih vozila te je zbog toga zabilježen porast energetski učinkovitijih vozila u posljednjih nekoliko godina. Ovo je vidljivo i iz činjenice da je u 2021. godini u Republici Hrvatskoj zabilježeno 3.000 električnih vozila (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021.).

Iako je to veliki napredak, gledajući strukturu vrsta osobnih vozila prema vrsti pogonskog goriva koje koriste, za razdoblje od 2010. do 2021. godine, koji je prikazan u tablici 2, može se vidjeti da u 2021. godini najveći broj osobnih vozila koristi dizel kao pogonsko gorivo i to u udjelu od 55,4%. Ova vrsta goriva bilježila je konstantni rast kroz promatrano razdoblje te je svojim udjelom nadmašila vozila na benzin koja su dominirala od 2010. do 2018. godine. Nakon njih, najveći udio zauzimaju vozila koja koriste benzin za pokretanje rada motora s udjelom od 40,5%. Ovakva vozila bilježe blagi pad kroz godine, no i dalje ostaju na visokoj razini. Električni i hibridni automobili spadaju pod kategoriju ostalo, te je njihova upotreba još uvijek niska sa samo 1,1% od ukupne količine vozila u 2021. godini. Iako je ovaj postotak nizak i zanemariv, ipak od 2014. godine bilježi blagi porast. Automobili koji koriste ukapljeni naftni plin (UNP automobili) kroz cijelo promatrano razdoblje čine oko 3% svih osobnih vozila (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021.).

Tablica 2 Struktura osobnih vozila prema vrsti pogonskog goriva



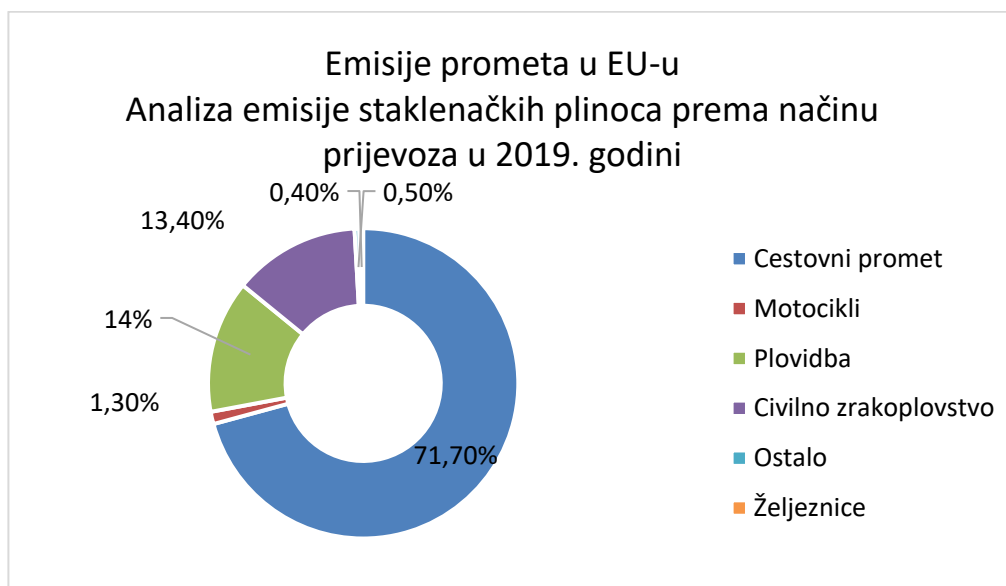
(Izvor: vlastita izrada prema Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021.)

Ako se pak uspoređi energetska učinkovitost električnih vozila i vozila s motorom na unutarnje izgaranje, konvencionalno vozilo ima 25 do 30% učinkovitosti dok električni motor prenosi preko 90% energije u učinkovitu snagu (Ćurković, Fabijanić, i sur., 2017.).

3.1.1.2. Emisija CO₂ u cestovnom prometu

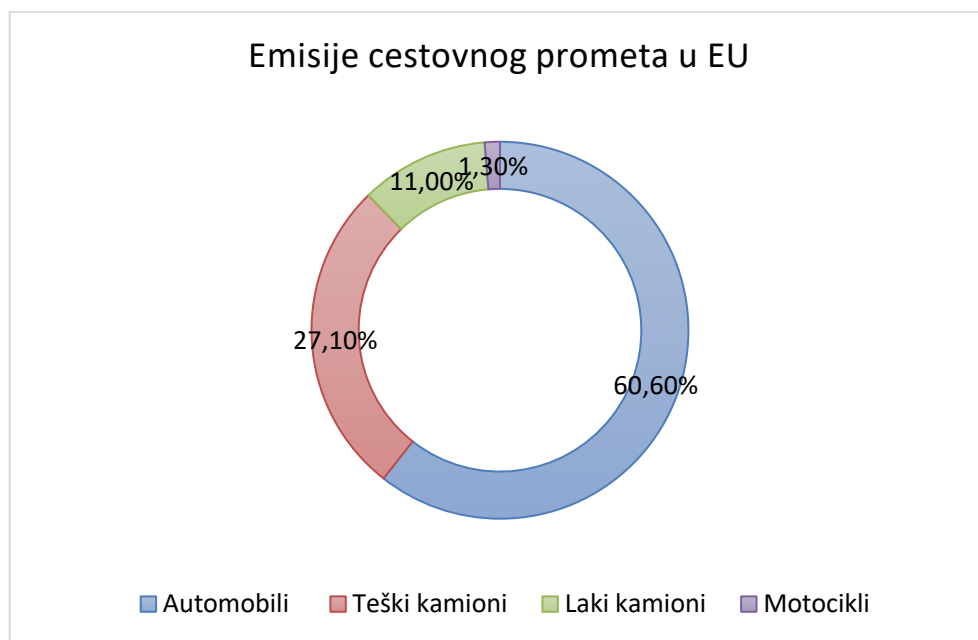
Većina vozila koja se pojavljuju na cestama, vozila su koja koriste neku vrstu fosilnih goriva za pokretanje, to jest oni koriste motor na unutarnje izgaranje. Ovakva vozila jedan su od glavnih zagađivača zraka, obzirom da proizvode emisiju CO₂. Ako se pogleda ukupnu emisiju CO₂ u Republici Hrvatskoj u 2021. godini iz pokretnih i nepokretnih energetskih izvora, ona je iznosila 15,0 mil tona. Ovolika emisija povećanje je za 3,7% u odnosu na 2020. godinu. Od toga čak 39,7% emisije dolazi od cestovnog prometa (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021.).

Emisija štetnih plinova iz vozila jedan je od ekoloških problema i na području Europske unije. Prema izvješću Europske komisije za okoliš za 2019. godinu, čak četvrtina emisije CO₂ dolazi iz sektora prometa, od čega je cestovni promet odgovoran za 71,7% što je čak petina ukupne emisije stakleničkih plinova u Europskoj uniji. Upravo ovo prikazano je na grafikonu 4 koji prikazuje emisija stakleničkih plinova prema vrstama prometa na području Europske unije (Europski parlament, 2023.).



Graf 4 Emisije stakleničkih plinova prema načinu prijevoza u EU
(Izvor: vlastita izrada prema Europski parlament, 2023.)

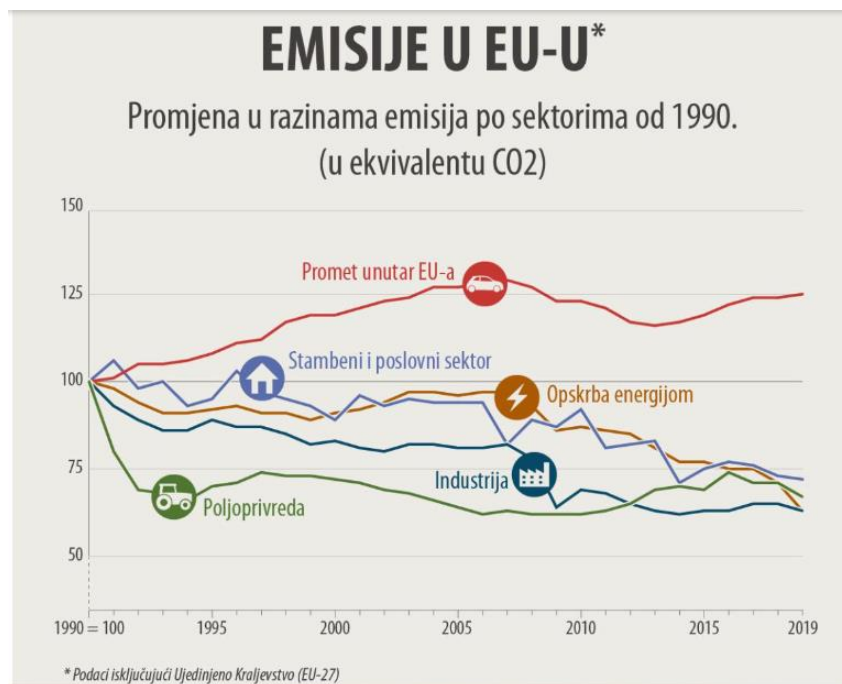
Na grafikonu 5 prikazana je emisija stakleničkih plinova u cestovnom prometu kojeg čine automobili, teški i laki kamioni te motocikli. Najveći postotak emisije u cestovnom prometu uzrokuju osobni automobili koji proizvode 60,6% emisije štetnih plinova, dok teška i laka teretna vozila proizvode 38,7% od emisije ukupnih štetnih plinova u cestovnom prometu (Europski parlament, 2023.).



Graf 5 Emisije cestovnog prometa u EU

(Izvor: vlastita izrada prema Europski parlament, 2023.)

Na slici 2 prikazana je ukupna emisija CO₂ po sektorima u razdoblju od 1990. do 2019. te se može zamijetiti da je promet jedini sektor koji bilježi trend rasta emisije štetnih plinova i to za 33,5%, dok svi ostali sektori bilježe trend pada emisije u promatranom vremenskom razdoblju (Europski parlament, 2023.).



Slika 2 Promjena u razinama emisije po sektorima u EU

(Izvor: Europski parlament, 2023., prema Europska agencija za okoliš, 2022.)

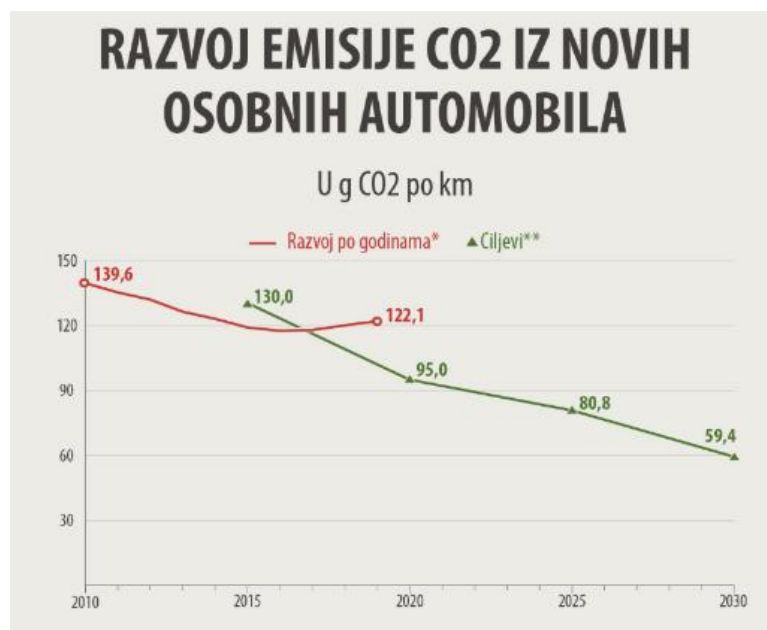
Jedan od ciljeva Europske unije je smanjiti ukupnu emisiju ugljičnih plinova iz prometa za 90% do 2050. godine u usporedbi s razinama emisije iz 1990. godine. Ovim ciljem želi postići klimatsku neutralnost u okviru Zelenog plana (Europski parlament, 2023.).

Kako je cestovni promet najznačajniji uzročnik ispuštanja CO₂ u prometnom sektoru, tako je za ostvarenje tog cilja, potrebno ciljati na smanjenje emisije štetnih plinova kod cestovnih vozila. Da bi se to ostvarilo postoje dva načina, promjena goriva koje se koristi ili korištenje učinkovitijih vozila. Podaci ukazuju kako je u 2019. godini na području Europske unije većina vozila koristila dizel kao pogonsko gorivo i to u udjelu od 67%, dok je njih 25% koristilo benzin kao pogonsko gorivo. Iako su ove brojke visoke, u 2021. godini zabilježen je i porast registriranih električnih vozila pa tako oni u toj godini čine 17,8% svih registriranih osobnih vozila u EU. U 2020. godini ovakva vozila činila u svega 10,7% svih registriranih vozila, što označava porast za 7,1% u 2021. godini. Shodno tome, u razdoblju od 2017. do 2020. godine prodaja električnih i hibridnih vozila se je utrostručila. U 2021. godini električna kombi vozila činila su 3,1 posto tržišnog udjela u novoregistriranim kombijima (Europski parlament, 2023.).

Još jedan od ciljeva Europske unije je do 2035. godine ostvariti nultu stopu emisije CO₂ za sve nove osobne automobile i laka gospodarska vozila. Ovaj cilj uključuje i prijelazne ciljeve smanjenja emisije kojima se želi do 2030. godine smanjiti emisija za 55% za

automobile i 50% za kombi vozila. Uz to, osim štetnih plinova koji nastaju tijekom vožnje, u ovaj plan uzimaju se u obzir i emisije CO₂ koje nastaju kod proizvodnje i odlaganja vozila. Iako su električna vozila poznata po nultoj emisiji CO₂, procesi proizvodnje i odlaganja ovakvih vozila manje su ekološki prihvatljiviji od istih procesa za konvencionalna vozila. Također, emisija električnih vozila ovisi o načinu proizvodnje električne energije koju koriste za pokretanje. Ova električna energija može doći iz različitih izvora, te je upitno koliko su ti izvori ekološki prihvatljivi (Europski parlament, 2023.).

Iako za sada postoji mnogo potencijalnih izvora zagađivanja okoliša električnim automobilima, oni već dokazuju da su čišći od konvencionalnih vozila, uzimajući u obzir prosječnu kombinaciju izvora energije u Europi. Plan Europske unije uključuje i povećanje udjela električne energije koja dolazi iz obnovljivih izvora, stoga će u budućnosti ovakva vozila biti manje štetna za okoliš. Na slici 3 može se vidjeti razvoj emisije CO₂ iz novih osobnih automobila u Europskoj uniji u razdoblju od 2010. do 2030. godine. Crvena linija označava razvoj po godinama, dok zelena označava ciljeve Europske unije do 2030. godine. (Europski parlament, 2023.) Prema ovoj slici, ciljevi su kontinuirano smanjenje emisije CO₂ iz novih automobila do 2030. godine.



Slika 3 Razvoj emisije CO₂ iz novih osobnih automobila na području EU

(Izvor: Europski parlament, 2023., prema Europska agencija za okoliš, 2022., prema Eurostat)

Ako se usporedi potrošnja energije konvencionalnih i električnih vozila, električna vozila koriste mnogo manje energije za pokretanje, to jest 12 kWh/100km naspram 60 kWh/100km koliko troše konvencionalna vozila. Također, ako se uzme u obzir i energija koja se troši prilikom proizvodnje i distribucije, električna vozila su i do dvostruko učinkovitija od vozila koja za pokretanje koriste fosilna goriva. Osim toga, električnim vozilima su emisije CO₂ dvostruko manje, uzimajući u obzir i emisije štetnih plinova kod proizvodnje električne energije. Iz ovoga se može zaključiti da je elektromobilnost jedan od ekološki najprihvatljiviji i najučinkovitijih prometnih oblika (Granić, 2012.).

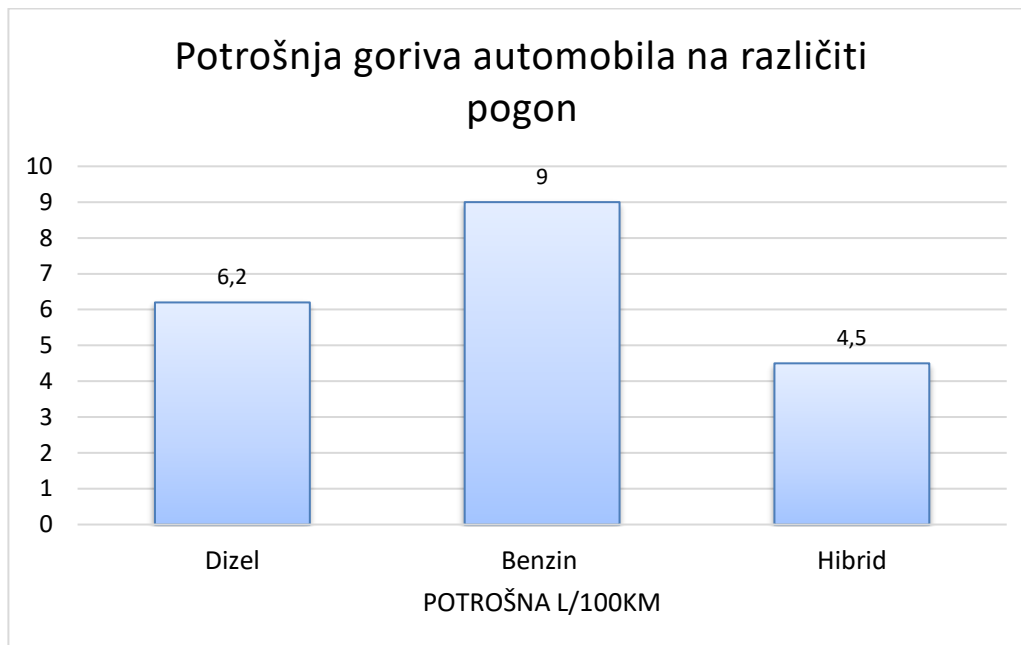
3.1.2. Usporedba potrošnje fosilnih goriva i električne energije te emisija štetnih plinova kod hibridnih i konvencionalnih vozila

Konvencionalna vozila u cestovnom prometu trenutno su jedan od glavnih zagađivača zraka na području Europske unije, jer ona čine čak jednu petinu emisije stakleničkih plinova. Korištenje energetski učinkovitih vozila moglo bi dovesti do znatnog smanjenja emisije CO₂ iz sektora prometa (Europski parlament, 2023.). Ovakva vozila, osim različite razine emisije imaju i različitu potrošnju goriva, te se usporedbom konvencionalnih i električnih vozila može utvrditi koja su isplativija u pogledu potrošnje energije i emisije štetnih plinova.

Kako bi se utvrdilo kolika je točno razlika i koja vozila su isplativija, T. Senčić i suradnici (2022.) su proveli simulaciju potrošnje goriva i emisija štetnih plinova iz automobila koji kao pogonsko gorivo korist dizel, automobila koji korist benzin i hibridnog automobila. Ovo su učinili koristeći računalnu aplikaciju Advisor, tvornički ugrađeni senzor i upravljačke jedinice motora i OBD2 priključak. Kombinacijom ovih alata, na dinamičnoj gradskoj dionici, izmjerena je potrošnja goriva i trenutna brzina automobila koji korist dizel kao pogonsko gorivo. Nakon toga, izrađeni su simulacijski modeli automobila s dizelskim, benzinskim i hibridnim pogonom. Kod provedbe ove simulacije za ulazni podatak korišten je izmjereni profil brzine stvarnog automobila (Senčić, Bojković, Mrakovčić, 2022).

U ovom istraživanju, najprije se je na odabranoj dionici mjerila potrošnja goriva vozila koje koristi dizel kao pogonsko gorivo, te su rezultati pokazali prosječnu potrošnju goriva od 6,2 l/100 km. Prema ovoj simulaciji, hibridno vozilo bi na istoj dionici i uz jednaku brzinu imalo prosječnu potrošnju od 4,5 l/100 km, to jest ovakav automobil bi uštedio 27% goriva na 100km u usporedbi s dizelskim pogonom. Također, prema ovoj simulaciji, uz iste pretpostavke, automobil koji se kreće na benzinski pogon, imao bi prosječnu potrošnju goriva od 9 l/100 km (Senčić, Bojković, Mrakovčić, 2022).

Prosječna potrošnja goriva u litrima na 100 km promatranih vozila može se vidjeti na grafikonu 5. Može se uočiti da hibridno vozilo ima najmanju potrošnju, dok vozilo koje koristi benzin kao pogonsko gorivo ima najveću potrošnju goriva.



Graf 6 Usporedba potrošnje goriva automobila s različitim pogonom

(Izvor: vlastita izrada prema Senčić, T., Bojković, B., Mrakovčić, T., 2022.)

Unutar ove simulacije provedena je i analiza ispuštanja štetnih plinova iz automobila. Aplikacija Advisor ne izračunava ovaj podatak, no autori su ga izračunali koristeći podatke o potrošnji i vrsti goriva. Prema njihovim izračunima zaključeno je da automobil koji koristi benzin kao pogonsko gorivo emitira 215,5 g CO₂/km dok hibridni automobil emitira 107,8 g CO₂/km. Prema ovim podacima zaključuje se da automobil s benzinskim motorom emitira dvostruko više CO₂ po kilometru od hibridnog. Ako se pogleda emisija štetnih plinova automobila koji koristi dizel kao pogonsko gorivo, on ima emisiju od 163,7 g CO₂/km, što je točno između prva dva ekstrema. Također, zaključeno je da je emisija ugljikovog dioksida proporcionalna potrošnji goriva, pa tako automobil s manjom potrošnjom goriva ispušta i manje CO₂. Osim toga, primijećeno je da pri izgaranju dizelskog goriva nastaje nešto više ugljikovog dioksida po jedinici mase goriva nego pri izgaranju benzinskog goriva (Senčić, Bojković, Mrakovčić, 2022.).

Na tablici 3 prikazani su rezultati simulacije potrošnje goriva, te ispuštanja štetnih plinova za promatrane vrste vozila. Iz nje je vidljivo da hibridno vozilo ima najmanje

potrošenog goriva kao i najmanju emisiju štetnih plinova. Osim mjerenja ispuštanja ugljičnog dioksida (CO₂), mjerene su i emisije ne izgorjenih ugljikovodika (HC), ugljikovog monoksida (CO) i dušikovih oksida (NOx). Emisija ovih plinova izražena je u gramima po prijeđenom kilometru.

Rezultati mjerenja emisije ne izgorjenih ugljikovodika ukazuju na nepovoljniji položaj benzinskog i hibridnog pogona u odnosu na dizelski jer oni emitiraju 0,465 g HC/km i 0,441 g HC/km, dok automobil na dizelski pogon emitira manje, to jest 0,237 g HC/km. Kod rezultata emisije ugljikovog monoksida, najpovoljnije je hibridno vozilo koje je emitiralo 0,605 g CO/km. Vozila s dizelskim i benzinskim motorom emitirala su duplo više, to jest 1,122 g CO/km i 1,16 g CO/km (Senčić, Bojković, Mrakovčić, 2022.).

Kada se pogledaju rezultati emisije dušikovih oksida (NOx), uočava se da je najlošiji rezultat ostvarilo vozilo koje koristi benzinski pogon jer ono prosječno ispušta 0,526 g NOx/km. Hibridno vozilo ima niske razine emisije ovog plina, to jest 0,172 g NOx/km, dok automobil s dizelskim gorivom ima nešto veću emisiju od 0,266 g NOx/km. Osim toga, uočeno je da ovakvom automobilu emisija dušikovih oksida raste kada se motor izloži povećanom opterećenju (Senčić, Bojković, Mrakovčić, 2022.).

Tablica 3 Potrošnja goriva i emisije štetnih plinova po pojedinim vrstama automobila

	Potrošnja (l/100 km)	CO₂ (g/km)	HC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)
Dizel	6,2	163,7	0,237	1,122	0,266
Benzin	9,0	215,5	0,465	1,16	0,526
Hibrid	4,5	107,8	0,441	0,605	0,172

(Izvor: vlastita izrada prema Senčić, T., Bojković, B., & Mrakovčić, T., 2022.)

Nakon što su autori analizirali sve podatke došli su do zaključka da je „...potrošnja goriva na dionici s gradskim prometom kod automobila s dizelskim motorom oko 30% veća nego kod automobila s hibridnim pogonom, a kod automobila s benzinskim motorom čak dvostruko veća“. Također, ako se pogleda emisija štetnih plinova, ona je najveća kod automobila koja koriste benzin kao pogonsko gorivo, a najmanja kod hibridnih vozila (Senčić, Bojković, Mrakovčić, 2022.).

Prema svemu prethodno navedenome, može se zaključiti da hibridno vozilo ima najmanju potrošnju goriva, a sukladno tome i najmanju emisiju štetnih plinova. Upravo iz tog razloga, ono je ekološki i energetske najisplativije vozilo.

3.1.3. Ekološka isplativost proizvodnje baterija za električna vozila

Električna vozila, osim što imaju utjecaj na okoliš po pitanju potrošnje energije i količine proizvedenog CO₂, također zahtijevaju i različite procese u proizvodnji svojih dijelova. Neizostavni dio električnih automobila, koji ih razlikuje od konvencionalnih, je njihova baterija. U nastavku ovog poglavlja biti će prikazana ekološka održivost proizvodnje baterija kroz analizu potrebnih sirovina u proizvodnji i njihovo dobivanje, kao i mogućnost recikliranja ovih baterija.

3.1.3.1. Vrste baterija za električna vozila i održivost njihovih sirovina

Kao što je već spomenuto, električna vozila pokreću se pomoću energije pohranjene u bateriji. Isto tako, spomenuto je i da je jedan od nedostataka električnih vozila sastav njihove baterije, to jest sirovine koje se koriste kod njezine izrade. Današnja električna vozila sadrže materijale poput: litija, kobalta, magnezija, titanija, kositra, grafita, zlata, srebra, tantala, platine, europija, lantana, bizmuta, ksenona, germanija, neodimija, volframa, itrija, cerija i mnogo drugih. Svi ovi elementi zapravo su rijetki metali i minerali koje nalazimo samo u određenim dijelovima svijeta. Njihova nalazišta trenutno se nalaze većinom u područjima Južne Amerike, Australije, Azije i Afrike (Fuk, 2022.).

Trenutno se u električna vozila ugrađuje nekoliko vrste baterija, od kojih su najčešće litij-ionske (Li-ion) baterije i olovne baterije. Od njih, najviše se koriste litij-ionske baterije. One su najlakše, imaju veliku gustoću snage i energije te se mogu puniti kroz električnu mrežu, to jest na priključcima u kućanstvu ili na javnim stanicama za punjenje. Osim toga, ovakve baterije su i najpraktičnije jer su im svi dijelovi izmjenjivi što omogućuje njihov popravak i ponovnu upotrebu (Fuk, 2022.).

Iako ove baterije imaju mnogo prednosti za vlasnike vozila, ekološki aspekt proizvodnje istih još je upitan. Rijetki elementi koji se koriste kod proizvodnje, osim što su iznimno skupi, imaju i negativnu ekološku stranu jer njihovo iskopavanje stvara velike količine ugljika te nanosi ekološku štetu svima koji žive u blizini njihovih iskopina. Ove sirovine uglavnom se iskopavaju iz zemlje, a procjenjuje se da je za proizvodnju samo jedne baterije potrebno prekopati čak 500 tona zemlje. Upravo zbog toga njihovo iskapanje ima razne negativne ekološke i društvene posljedice kao degradacija zemljišta i nestašica vode u područjima gdje se nalaze rudnici (Knez, 2023.).

Obzirom na današnje trendove korištenja alternativnih goriva u prometu, u narednim godinama potražnja za električnim automobilima iznimno će porasti pa će tako porasti i potražnja za rijetkim metalima i mineralima kao što su litij, kobalt i nikal. Da bi se zadovoljila

buduća potražnja za ovim sirovinama do 2035. godine biti će potrebno otvoriti oko 400 novih rudnika, što će se zasigurno negativno odraziti na okoliš (Knez, 2023.).

Iako je iskopavanje ovih elemenata zahtjevno i ima negativni utjecaj na okoliš, ipak nisu svi ovi elementi rijetki i nedostupni. Neizostavni i najvažniji element svake baterije za električna vozila je litij. Litij je element koji čini oko 0,0007% Zemljine kore te se nalazi u stijenama, tlu i morskim vodama. Ove sirove ima u izobilju, no njegovo iskopavanje locirano je na samo nekoliko mjesta u Australiji, Čileu i Kini. Prema istraživanju američkog Geološkog instituta trenutni ukupni resursi litija iznose 86 milijuna tona, što je dovoljno da se, prije nego što ga ponestane do 2100. godine, u promet stavi oko 3 milijarde električnih automobila. To je duplo više od trenutnog svjetskog konvencionalnog voznog parka (Jelavić, 2022.).

Europska unija nije jedan od dijelova svijeta gdje se trenutno nalaze rudnici litija, stoga ona potpuno ovisi o uvozu ove sirovine. Prema procjeni Europske komisije, ukoliko Europska unija planira ostvariti svoj cilj klimatske neutralnosti do 2030. godine, biti će joj potrebno do 18 puta više litija, a do 2050. godine do 60 puta više litija. Ovo je veliki izazov i za Europsku uniju obzirom na nedavni porast cijene ove sirovine od 60%. Također, države koje trenutno izvoze litij, kako bi mogle držati korak s budućom potražnjom trebati će do 2030. godine uložiti barem 10 milijardi eura (Jelavić., 2022.).

3.1.3.2. Recikliranje i ponovna upotreba baterija iz električnih vozila

Osim negativnih ekoloških posljedica koje ostavlja dobivanje sirovina za proizvodnju baterija električnih automobila, ove baterije stvaraju problem i nakon što završi njihov životni vijek. Naime, ovakve baterije se s vremenom troše i njihov kapacitet pada, stoga je potrebno češće ih puniti što uzrokuje veće troškove vlasniku vozila. Iz tog razloga, nakon što kapacitet baterije padne na 70% ili 60% njihovo daljnje održavanje je preskupo te one više nisu iskoristive za pokretanje električnih vozila. Nakon što baterija više nije upotrebljiva, ona se treba reciklirati kako ne bi zagađivala okoliš te kako bi se iz nje izvadile ključne sirovine za proizvodnju novih baterija. No, postupak recikliranja baterija je vrlo kompleksan i ekološki zahtjevan, a tehnologiju za obavljanje tog procesa imaju rijetki. Postupcima kojima se trenutno recikliraju Li-on baterije nije moguće reciklirati sav materijal već samo od 30% do 70%, ovisno o korištenom postupku. Poznato je kako se trenutno reciklira samo 10% litija iz baterija, što nije dovoljno kako bi se uspjelo održati korak s rastućom potražnjom za tom sirovinom i kako bi se smanjila potreba za njezinim iskopavanjem. Osim toga, recikliranje litija nije jednostavan postupak, obzirom da je to vrlo zapaljiva sirovina te je kod recikliranja

potrebno posebno rastavljanje i skladištenje ove sirovine, a samim time, ovaj postupak nije niti ekonomski isplativ (Fuk, 2022.).

Kako bi se kapacitet baterija iskoristio do kraja, prije nego što se sirovine iz baterije mogu reciklirati, moguća je njihova ponovna upotreba u drugačije svrhe. Iako one nakon pada kapaciteta više ne mogu pokretati automobile, one ne moraju postati otpad već se mogu iskoristiti kao izvor energije za potrebe ulične rasvjete, za pohranu energije kod sustava koji struju proizvode iz obnovljivih izvora kao što je sunce ili vjetar, zatim u kućanstvu u izvanrednim situacijama ili pak mogu poslužiti u kamionima-hladnjačama kao izvor napajanja kada je vozilo ugašeno. Svoju svrhu baterije slabijeg kapaciteta mogu pronaći i u električnim vozilima koja prelaze manje udaljenosti kao što su to skladišna vozila (Fuk, 2022.).

Obzirom na ciljeve Europske unije, o klimatskoj neutralnosti i nultoj emisiji CO₂, problem recikliranja sirovina iz baterija potrebno je rješavati na razini cijele unije. Iz tog razloga Europski parlament usvojio je Direktivu o baterijama, koja je dio kružnog plana i industrijske strategije EU-a. Ova strategija obuhvaća postupanje s baterijama kroz njihov cijeli životni vijek, od dizajna do recikliranja te će se njome osigurati da se one na kraju vijeka trajanja recikliraju, prenamjene ili prerade (Europski parlament, 2023.).

Da bi se smanjio negativni utjecaj na okoliš i osigurala njihova dugoročna održivost, unutar područja Europske unije, baterije za električna vozila, baterije za laka prijevozna sredstva i punjive baterije kapaciteta iznad 2 kWh, u budućnosti će morati imati oznaku koja prikazuje njihov ugljični otisak. Ovo će omogućiti njihovu transparentnost u pogledu utjecaja na okoliš. Nova pravila postavljena su i za sve velike gospodarske subjekte koji stavljaju baterije na tržište na području Europske unije koja ih obvezuju na provedbu strožih kontrola te poštivanje standarda koji se odnose na društvene i ekološke rizike oko nabave, obrade i trgovine primarnim i sekundarnim sirovinama. Ova pravila uvedena su da se osigura etička proizvodnja baterija i sprječavanje kršenja ljudskih prava unutar granica Europske unije (Europski parlament, 2023.).

Nova pravila Europske unije u narednih nekoliko godina predviđaju i lakše uklanjanje i zamjenu baterija električnih vozila, stoga dizajn prijenosnih baterija treba omogućavati njihovim korisnicima jednostavno vađenje i zamjenu baterije. Nova pravila se odnose i na veću informiranost potrošača pa će korisnicima biti dostupne informacije o karakteristikama baterije kao što su kapacitet, performanse, kemijski sastav, trajnost i oznaka "odvojenog prikupljanja" baterija (Europski parlament, 2023.).

Kako bi prijelaz na alternativne izvore energije bio ekološki održiv u cestovnom prometu, potrebno je postaviti i ciljeve recikliranja baterija iz električnih automobila. Već je

spomenuto kako se materijali iz njih ne recikliraju u potpunosti, no niti postotak recikliranih baterija od ukupnog broja baterija nije trenutno na održivoj razini. U 2022. godini, za recikliranje prikupljeno je 47% prijenosnih baterija i akumulatora prodanih u Europskoj uniji. Nova pravila predviđaju povećanje recikliranih baterija i postotak recikliranog materijala, stoga je cilj za prijenosne baterije reciklirati 63% baterija do 2027. godine i 73% do 2030. godine. Cilj za recikliranje baterija lakih električna vozila do 2028. godine je 51%, a do 2031. godine 61%. Kako bi se potaknulo korisnike da stare baterije predaju na recikliranje, sav otpad iz baterija prikupljati će se besplatno bez obzira na njihov kemijski sastav, stanje, podrijetlo ili prirodu. Nova pravila također definiraju i minimalne razine obnovljenih sirovina iz proizvodnog i potrošačkog otpada koje se moraju koristiti u novim baterijama. Baterije će trebati imati minimalno 16% obnovljenog kobalta, 85% obnovljenog olova, te 6% obnovljenog litija i nikala (Europski parlament, 2023.).

Republika Hrvatska, kao jedna od članica Europske unije, također se mora prilagoditi novim ciljevima i mjerama u svrhu smanjenja otpada od baterija. Kako bi to ostvarila, RH je donijela Pravilnik o baterijama i akumulatorima i otpadnim baterijama i akumulatorima (N.N., br. 11/2015.) kojim je u pravni poredak prenijela Direktivu 2006/66/EZ kojom su propisani postupci i ciljevi gospodarenja otpadnim baterijama i akumulatorima te su propisani uvjeti kod stavljanja ovih proizvoda na tržište, čime su propisi usklađeni s propisima u Europskoj uniji (Fuk, 2022.).

Problem otpadnih baterija u RH već ima učinkovito i funkcionalno rješenje, naime kod ovih proizvoda se prilikom stavljanja na tržište plaća naknada po kilogramu novog proizvoda te ih vlasnici mogu, nakon njihovog vijeka trajanja, predati ovlaštenom skupljaču bez naknade. Trenutno čak sedam koncesionara na području države ima ugovor s Fondom za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU) za sakupljanje otpadnih baterija i akumulatora, a koncesiju i dozvolu za njihovu obradu i recikliranje ima samo dvoje. Podaci pokazuju kako se postižu ciljevi u sakupljanju i recikliranju baterija, FZOEU isplaćuje novčana sredstva ovim koncesionarima na temelju sklopljenih ugovora i ostvarenih ciljeva. Trenutno RH ima tehnologiju za recikliranje olovno-kiselih i nikal-kadmijskih baterija i akumulatora, a sve što se ne reiklira u domaćim pogonima odlazi u Njemačku, Austriju, Francusku i Sloveniju. Što se tiče zbrinjavanja Li-ionskih baterija, njih je još uvijek premalo da bi postojao znatni interes za ulaganje u potrebnu tehnologiju i gradnju pogona za recikliranje (Fuk, 2022.).

Baterije iz električnih automobila mogu postati veliki ekološki problem ukoliko se one ne zbrinu pravilno i ne recikliraju. Europska unija postavila je ciljeve koji će joj omogućiti recikliranje većeg broja otpadnih baterija te izvlačenje što više rijetkih sirovina. Trenutno je

statistika ovih procesa loša, no konstantnim ulaganjem u infrastrukturu problem zagađenja okoliša zbog baterija mogao bi se učinkovito riješiti u narednih nekoliko godina.

3.2. Ekonomski segment održivosti električnih vozila u cestovnom prijevozu

Sljedeći element održivosti električnih automobila je njihova ekonomska isplativost, to jest financijska isplativost nabave i održavanja električnih vozila naspram konvencionalnih. U nastavku rada biti će prikazana razlika u kupovnoj cijeni električnih i konvencionalnih vozila te će biti prikazana razlika u troškovima njihovog održavanja. Kod razmatranja ekonomske isplativosti kupnje električnog vozila vrlo je bitno uzeti u obzir i neke pogodnosti koje nudi država kroz svoje poticaje i sufinanciranja, stoga će se u nastavku također prikazati i koje se sve pogodnosti mogu ostvariti kod kupnje električnog automobila.

3.2.1. Kupovna cijena vozila

Kada se uspoređuje konvencionalno i električno vozilo, najveća razlika može se naći upravo u njihovoj inicijalnoj cijeni kupnje. Poznato je da je za električna vozila potrebno izdvojiti mnogo više financijskih sredstava nego za konvencionalno vozilo. Kako bi se utvrdila kolika je razlika, za usporedbu su prikazani podaci o cijeni nekoliko modela osobnih automobila koji koriste električni pogon i nekoliko modela konvencionalnih automobila. U oba slučaja radi se o najjeftinijim modelima koji se mogu naći na domaćem tržištu, stoga cijena za oba može biti mnogo veća, no ona ne može biti manja ukoliko se kupuje novi, a ne rabljeni automobil. U analizu cijena automobila uključen je PDV te poseban porez na motorna vozila.

Najjeftinije novo električno vozilo koje se može kupiti na domaćem tržištu je Dacia Spring. Njegova inicijalna cijena kreće se od 24.700 eura naviše. Ovaj automobil ima elektro-motor od 45 konjskih snaga i bateriju veličine 26,8 kWh s kojom može doseći domet od 230 kilometara. Drugo električno vozilo koje je obuhvaćeno ovom analizom, a cjenovno je među jeftinijima, je Renault Twingo čija se početna cijena kreće od 26.390 eura. Ovaj automobil opremljeni je elektro-motorom od 82 konjske snage i baterijom veličine 21,3 kWh čiji maksimalni domet je 270 km. Nadalje, Nissan Leaf električni je automobil kojemu je početna cijena 35.281,44 eura, što ga čini skupljim od prethodnih za gotovo 10.000 eura. Isto tako, on

je opremljeni i s više konjskih snaga, njih 150 te baterijom od 39 kWh čiji maksimalan domet je 389 km. Zadnji automobil obuhvaćeni ovom analizom je Opel Corsa čija minimalna cijena je 36.420 eura. Ovaj automobil dolazi s motorom od 136 konjskih snaga i maksimalnim dosegom od 359 km. Postoje i druge marke električnih vozila čija cijena je slična navedenima, no također treba uzeti u obzir i da ima automobila čija cijena je znatno veća (Jelušić, 2023.).

Može se vidjeti kako je cijena najpovoljnijih električnih automobila iznimno visoka, stoga je potrebno izdvojiti mnogo financijskih sredstava ukoliko se želi kupiti ekološki prihvatljivo vozilo.

Nakon toga, potrebno je analizirati i cijene novih konvencionalnih vozila na domaćem tržištu. Kod ove analize, također se radi o nekim od jeftinijih modela, kako bi se utvrdilo koliko je minimalno potrebno izdvojiti financijskih sredstava kod kupnje novog vozila. Prvo vozilo i jedno od najjeftinijih je Hyundai i10 čija minimalna cijena iznosi 12.210 eura. Njegov motor je snage 49 konjskih snaga te on dolazi s raznom dodatnom opremom. Slijedeći automobil je Dacia Sandero čija početna cijena iznosi 13.500 eura. Ovaj automobil opremljeni je s motorom od 91 konjske snage i raznom dodatnom opremom. Nakon toga slijedi automobil koji je bio analiziran i kod električnih automobila, Renault Twingo, čija cijena starta od 14.490 eura ukoliko se odabere model sa dizelskim motorom. Njegov motor ima 65 konjskih snaga te također dolazi s raznom dodatnom opremom. Sljedeći analizirani automobil je Hyundai i20 čija minimalna cijena iznosi 15.290 eura. Ovaj automobil ima motor koji koristi benzin te ima 84 konjskih snaga. Zadnji automobil uključeni u analizu je Citroen C3, a njegova početna cijena iznosi 16.895 eura. Ovaj automobil ima benzinski motor od 83 konjske snage i brojnu dodatnu opremu (Jelušić, 2023.).

Iako se i ove cijene čine poprilično visoke, treba napomenuti kako se rabljeni automobili mogu kupiti po mnogo povoljnijoj cijeni. Obzirom na financijske mogućnosti građana RH prosječna starost automobila u zemlji je gotovo 15 godina. Stoga, većina građana bira opciju rabljenih automobila koja im, ovisno o starosti i stanju vozila omogućava izdavanje mnogo manje financijskih sredstava kod kupnje konvencionalnog automobila (Jelušić, 2023.).

Ako se usporede cijene električnih i konvencionalnih vozila primjećuje se da su električna barem duplo skuplja od konvencionalnih. U analizi nalazi se automobil Renault Twingo kao električno i kao konvencionalno vozilo te je cijena električne verzije skuplja čak 11.900 eura. Prema ovim podacima za svako električno vozilo mogu se kupiti dva konvencionalna vozila, a kupuje li se rabljeni automobil ova razlika je još veća. Na temelju

samo podataka o inicijalnoj cijeni može se zaključiti da je mnogo isplativije kupiti konvencionalno vozilo.

Usprkos tome, u Republici Hrvatskoj može se primijetiti trend rasta broja električnih automobila na prometnicama. U 2021. godini Centar za vozila Hrvatska (CVH) zabilježio je oko 3.000 registriranih automobila, dok je 2022. godine zabilježio 4.800 registriranih električnih automobila, što čini 0,2% svih registriranih automobila te godine (Jelušić, 2023.).

3.2.2. Troškovi održavanja i punjenja

Osim inicijalnog troška kupnje automobila, kod ekonomske isplativosti električnih vozila potrebno je analizirati i njihove dugoročne troškove, to jest troškove punjenja i održavanja. Kroz ovu analizu najprije će se prikazati cijena punjenja električnog automobila u usporedbi s cijenom goriva konvencionalnog vozila. Električna vozila, pune se na struju te su za to osigurane stanice za punjenje. Te stanice do nedavno su u Republici Hrvatskoj vlasnike električnih automobila opskrbljivale s električnom energijom bez naknade, no od početka 2022. godine ovakva usluga ipak se naplaćuje.

Cijene električne energije razlikuju se kod različitih dobavljača te ovise o vrsti priključka koji se koristi. Slika 4, slika 5 i slika 6 prikazuju HEP-ov cjenik punjenja na ELEN punionicama. ELEN punionice imaju različite cijene ovisno o vrsti prometnice na kojoj se nalaze, snazi punjenja i dobu godine, stoga imaju i tri cjenika. Ukoliko se automobil puni izvan autoceste, punjenje snagom od 22,1 kWh će koštati 0,29 eura po kWh. Ako se automobil puni snagom od 22,2 do 50 kW onda jedan kW košta 0,40 eura. Ukoliko se pak automobil puni na autocesti, cijene su za nekoliko centi više, pa punjenje u zimskim mjesecima priključkom snage do 22,1 kWh košta 0,36 eura/kWh. Ako se automobil puni na priključku snage od 22,2 do 50 kW jedan kWh košta 0,46 eura. Također, na autocestama postoje i priključci jačine veće od 50kW čija cijena po kWh je najskuplja i ona u navedenom periodu iznosi 0,66 eura/kWh, no i vrijeme punjenja je najkraće ovim priključkom. Također, i vrijeme punjenja je ograničeno ovisno o jačini punjača te se svaka minuta dodatno naplaćuje. Ako se pogleda cijena punjenja u ljetnim mjesecima, primjećuje se da je cijena još viša, pa ukoliko se vozilo puni snagom do 22,1 kWh to će vlasnika automobila koštati 0,45 eura po kWh. Ukoliko se puni snagom do 50 kWh to će ga koštati 0,62 eura po kWh te ukoliko koristi najsnažniji punjač snage veće od 50 kWh to će ga koštati 0,85 eura po kWh.

Tip punjenja	Punjenje na priključcima nazivne snage do 22,1 kW		Punjenje na priključcima nazivne snage od 22,2 kW do 50 kW	
	EUR	HRK*	EUR	HRK*
Naknada za potrošenu energiju (s PDV-om)	0,29 €/kWh	2,19 kn/kWh	0,40 €/kWh	3,01 kn/kWh
Besplatno vrijeme zauzimanja konektora	180 min		60 min	
Naknada za prekomjerno zauzimanje konektora (s PDV-om)	0,06 €/min	0,45 kn/min	0,06 €/min	0,45 kn/min

Slika 4 Cjenik ELEN punionica izvan autoceste

(Izvor: ELEN, 2023.)

Punjenje EV na autocestama (od 1.10. do 31.5.)

Tip punjenja	Punjenje na priključcima nazivne snage do 22,1 kW		Punjenje na priključcima nazivne snage od 22,2 kW do 50 kW		Punjenje na priključcima nazivne snage iznad 50 kW	
	EUR	HRK*	EUR	HRK*	EUR	HRK*
Naknada za potrošenu energiju (s PDV-om)	0,36 €/kWh	2,71 kn/kWh	0,46 €/kWh	3,47 kn/kWh	0,66 €/kWh	4,97 kn/kWh
Besplatno vrijeme zauzimanja konektora	180 min		60 min		45 min	
Naknada za prekomjerno zauzimanje konektora (s PDV-om)	0,14 €/min	1,05 kn/min	0,14 €/min	1,05 kn/min	0,14 €/min	1,05 kn/min

Slika 5 Cjenik ELEN punionica na autocestama od 1.10. do 31.5.

(Izvor: ELEN, 2023.)

Punjenje EV na autocestama (od 1.6. do 30.9.)

Tip punjenja	Punjenje na priključcima nazivne snage do 22,1 kW		Punjenje na priključcima nazivne snage od 22,2 kW do 50 kW		Punjenje na priključcima nazivne snage iznad 50 kW	
	EUR	HRK*	EUR	HRK*	EUR	HRK*
Naknada za potrošenu energiju (s PDV-om)	0,45 €/kWh	3,39 kn/kWh	0,62 €/kWh	4,67 kn/kWh	0,85 €/kWh	6,40 kn/kWh
Besplatno vrijeme zauzimanja konektora	180 min		60 min		45 min	
Naknada za prekomjerno zauzimanje konektora (s PDV-om)	0,14 €/min	1,05 kn/min	0,14 €/min	1,05 kn/min	0,14 €/min	1,05 kn/min

Slika 6 Cjenik ELEN punionica na autocestama od 1.6. do 30.9.

(Izvor: ELEN, 2023.)

Prema ovim cjenicima, može se vidjeti koliko zapravo košta punjenje električnih automobila na 100 km. Ako električni automobil prosječno troši 20 kWh na 100 km te se puni na autocesti priključkom snage do 50 kW, cijena njegovog punjenja iznosi 9,2 eura. Ukoliko se on puni sa slabijim punjačem, trošak na 100 km iznosi 7,2 eura. Ako se ovo usporedi s automobilom na dizelsko gorivo koje prosječno troši 6 litara na 100 km, te ako se uzme prosječna cijena dizela od 1,4 eura, trošak njegovog punjenja iznosi 8,4 eura. Iz ovoga se može zaključiti da je punjenje sa slabijim punjačem jeftinije od dizel goriva, no onda je potrebo i više vremena za punjenje. Također, vidljivo je da ukoliko se koristi punjač jače snage, dizel gorivo je jeftinije na 100 km. Ukoliko se električni automobil puni izvan autoceste, s istom potrošnjom po km, financijski izdatak punjenja na 100 km s jačim punjačem iznosi 8 eura, a s punjačem manje snage ovaj trošak iznosi 5,8 eura. Vidljivo je da je punjenje električnog automobila isplativije od punjenja konvencionalnog vozila u gradskim vožnjama ili sa slabijim punjačem što znači i duži period punjenja. Osim javnih punionica, električni automobili mogu se puniti i kod kuće, što je najjeftinija opcija.

Osim troškova punjenja automobila, on ima i druge izražajne troškove kao što su troškovi održavanja. U ovoj kategoriji troškova, električni automobili u većini europskih zemalja već su jeftiniji od konvencionalnih (Večernji list, 2022.).

Električni automobili sastoje se od mnogo manje pokretnih dijelova, njihova arhitektura je jednostavnija te su manje osjetljivi na manja oštećenja. Osim toga, kod električnih automobila nema potreba za mijenjanjem filtera za ulje ili zrak, katalizatora, svjećica niti ulja. Neki proizvođači već i napominju kolika je ušteda kod njihovih modela automobila pa tako proizvođač Ford tvrdi da je ušteda kod njegovog električnog vozila Mustanga Mach-E više od 60 posto tijekom pet godina ako se usporede troškovi s konvencionalnim vozilom. Zatim proizvođač Audi procjenjuje da su troškovi više od 40% niži kod održavanja električnog vozila, a proizvođač Volkswagen ovo smanjenje troškova procjenjuje na 35 posto (Andrić, 2021.).

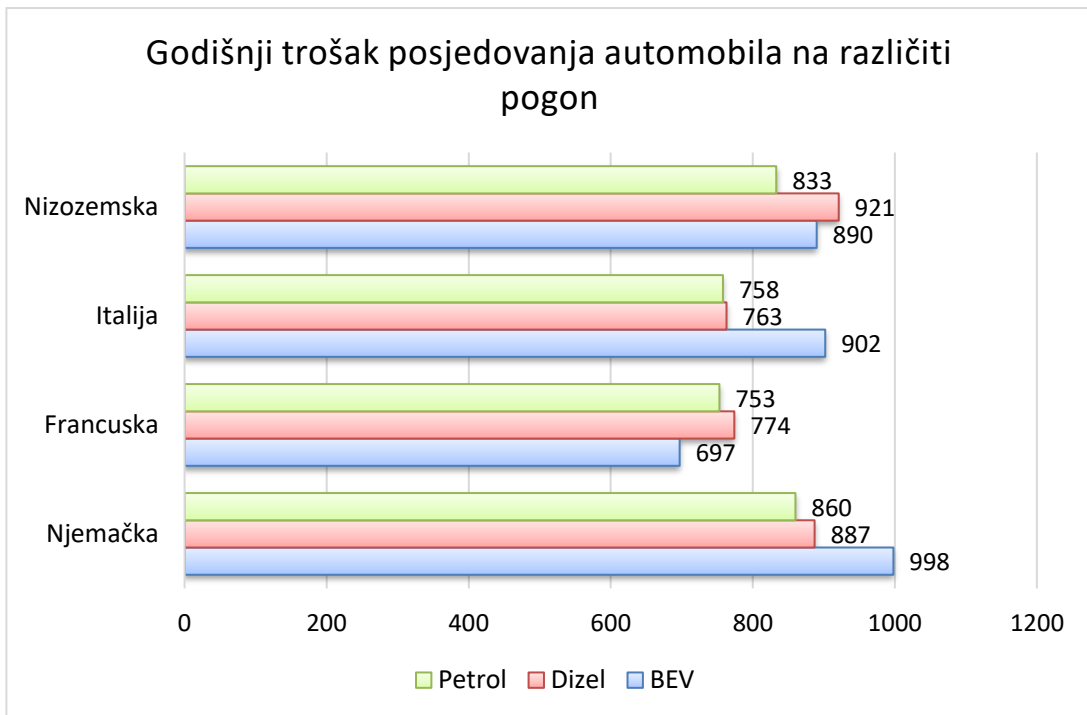
Ako se pogledaju podaci o prosječnim godišnjim troškovima održavanja vlasnika električnih automobila u nekim europskim zemljama, prema Car Cost Indexu, oni su u Austriji manji za 206 eura od troškova održavanja konvencionalnog vozila, uključujući i punjenje. Jedna od najvećih razlika u troškovima održavanja je u Portugalu gdje je održavanje električnog automobil čak za 566 eura povoljnije (Večernji list, 2022.).

Prema prikazanim podacima može se utvrditi da je cijena goriva električnih automobila manja na gradskim relacijama, no ovakav automobil pokazao se je neisplativim na dužim dionicama putovanja autocestom u usporedbi s konvencionalnim vozilom. Ono što ide u prilog ovakvim vozilima je puno manja cijena održavanja iz koje ispada da električni

automobili ipak jesu isplativiji. Ove dvije vrste troška mogu se staviti u odnos te vidjeti kolika je razlika između ukupnih troškova posjedovanja automobila.

Kako bi se dobile sve informacije, može se promotriti izračunati Cars Cost Indeks za 2022. godinu. To je sveobuhvatna analiza ukupnih troškova posjedovanja i upravljanja automobilom (TCO) koja se radi na razini 22 europske zemalje. Države uključene u analizu su: Austrija, Belgija, Češka, Danska, Finska, Francuska, Njemačka, Grčka, Mađarska, Irska, Italija, Luksemburg, Nizozemska, Norveška, Poljska, Portugal, Rumunjska, Slovačka, Španjolska, Švedska, Švicarska i Ujedinjeno Kraljevstvo. Ova analiza uključuje razne vrste troškova koji dolaze s posjedovanjem automobila te je u analizu uključena cijena energije/goriva, porezi, amortizacija, kamate, osiguranje i održavanje. Ova analiza radila se je uz pretpostavku da su troškovi prosječni tijekom prve četiri godine vlasništva i uz pretpostavku prijeđene godišnje kilometraže od 30.000 km (Wetterhahn. 2022.).

Glavni zaključci prema TCO analizi su da su električni automobili u svakom segmentu i u većini europskih zemalja jeftiniji ili imaju istu cijenu kao i automobili na dizel ili benzin. Zatim, zaključeno je da ove promatrane zemlje imaju vrlo različite prosječne mjesečne cijene vožnje, pa je tako ukupni trošak vlasništva električnog automobila u Grčkoj 905 eura, a primjerice u Švicarskoj on iznosi 1.313 eura. Osim toga, troškovi goriva za električne automobile su niži te oni predstavljaju 15% ukupnog troška vlasništva, dok su troškovi goriva za konvencionalna vozila između 23 i 28% ukupnog troška (LeasePlan International Consultancy Services, 2022.). Na grafikonu 7 prikazani su godišnji troškovi potpuno električnih automobila, automobila na dizel i benzin u Nizozemskoj, Italiji, Francuskoj i Njemačkoj. Kod analize korištena su četiri modela automobila, Volkswagen Polo, Peugeot 208, Opel Mokka i Volkswagen T-Cross. Ovi automobili promatrani su s aspekta različitih pogona. Može se vidjeti kako su troškovi električnih automobila tek malo veći od troškova konvencionalnih vozila, dok su u Francuskoj i Nizozemskoj oni i znatno manji.



Graf 7 Godišnji trošak posjedovanja automobila

(Izvor: vlastita izrada prema LeasePlan International Consultancy Services, 2022.)

Osim ove analize ukupnog troška posjedovanja automobila, usporedbu troškova električnih i konvencionalnih vozila napravio je i Njemački autoklub na temelju informacija o troškovima za modele vozila koji se trenutno nalaze na njihovom tržištu. U izračun su uključeni puni troškovi vozila u što ulazi i energija/gorivo, održavanje, amortizacija, osiguranje i porez. Ovaj izračun rađen je uz pretpostavku da se godišnje prijeđe minimalno 15.000 km te je vozilo u vlasništvu iste osobe minimalno 5 godina (Večernji list, 2023.).

Ono što je ovim istraživanjem utvrđeno, je činjenica da električna vozila imaju prednost, to jest manje troškove ukoliko se radi o vozilu srednje veličine. Suprotno tome, u kategoriji malih automobila, električni automobili prošli su nešto lošije, to jest oni nisu bili konkurenti. Mali automobili s motorom na unutarnje izgaranje povoljniji su od električnih (Večernji list, 2023.).

Osim veličine vozila, ovo istraživanje podijelilo ih je u nižu srednju klasu, višu srednju klasu i luksuznu klasu. Rezultati su pokazali kako je električno vozilo isplativo ukoliko se radi o nižoj srednjoj i luksuznoj klasi dok su neisplativi u višoj srednjoj klasi (Večernji list, 2023.)

3.2.3. Mogućnost dobivanja poticaja

Prema podacima o inicijalnoj cijeni električnih automobila, može se vidjeti kako su oni znatno skuplji od konvencionalnih vozila. Njihova cijena može biti i do dva puta veća, stoga se više kupaca ipak odlučuje na konvencionalno vozilo, bez obzira na mogućnost uštede kod punjenja i održavanja. U svrhu smanjenja ove razlike u cijenama vozila i kao poticaj na kupnju električnih vozila, u Republici Hrvatskoj, Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost od 2014. godine raspisuje natječaj za sufinanciranje energetski učinkovitih vozila. Najveći iznos koji se je mogao ostvariti bio je 70.000 ili današnjih 9.300 eura.

Kupci električnih automobila mogu ostvariti novčana sredstva za maksimalno 40% cijene pojedinog vozila. Dodijeljeni iznosi podijeljeni su u kategorije, pa je tako za električna vozila L1-L7 kategorije moguće ostvariti do 2.654 eura, zatim za kupnju plug-in hibrida ostvaruje se do 5.309 eura, dok se za potpuno električno vozilo i vozilo na vodik ostvaruje pravo na potporu od 9.300 eura. Osim toga, ova sredstva dostupna su i kod kupnje vozila N1 kategorije. Ukoliko se kupuje plug-in hibridno vozilo moguće je ostvariti do 2.654 eura bespovratnih sredstava, a za kupnju vozila s električnim pogonom ili pogonom na ukapljeni prirodni plin (UPP), stlačeni prirodni plin (SPP), ili vodik moguće je ostvariti 9.300 eura. Također, kupnja energetski učinkovitog vozila kategorija N2, N3, M2 i M3 financira se s maksimalnim iznosom od 2.654 eura (Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, bez dat.).

U 2022. godini bilo je osigurano 108,3 milijuna kuna za sufinanciranje kupnje energetski učinkovitih vozila. Od toga je 103,3 milijuna kuna je bilo rezervirano za pravne i fizičke osobe, a preostalih 5 milijuna kuna za javni sektor. Građani su mogli ostvariti sufinanciranje kupnje jednog vozila, dok su poduzeća mogla ostvariti sufinanciranje za više vozila, no u maksimalnom iznosu od 400.000 kuna bespovratnih sredstava. Nakon zaprimanja odluke i ugovora, korisnici imaju maksimalno 12 mjeseci da realiziraju kupnju i dostave zahtjev za isplatu s potpunom dokumentacijom u Fond, a kupljena vozila moraju zadržati u vlasništvu dvije godine (Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, bez dat.).

Ostale države članice Europske unije također dodjeljuju financijska sredstva kod kupnje energetski učinkovitih vozila. Republika Hrvatska, za sufinanciranje ekološki prihvatljivih vozila daje maksimalno 9.300 eura, što ju čini državom koja ima jedne od najvećih pojedinačnih sufinanciranja. Maksimalni iznos koji se je mogao ostvariti u Francuskoj je 6.000 eura, u Mađarskoj 7.350 eura, u Sloveniji i Njemačkoj 4.500 eura, a u Latviji, Irskoj i Italiji do 5.000 eura. Neke države članice, kao Bugarska, Danska, Estonija, Latvija, Malta i Slovačka uopće ne dodjeljuju poticaje za kupnju električnih vozila, no vlasnici

ovih vozila mogu ostvariti određene olakšice i benefite kao povoljnije registracije vozila, manji porez i sl. (Milčić, 2023.).

3.2.4. Ekonomska isplativost proizvodnje baterija

Europska unija nema svoje zalihe niti rudnike prijeko potrebnog materijala za proizvodnju električnih vozila – litija. Unatoč tome, dugoročni planovi o smanjenju emisije CO₂ već su izrađeni, a u njihovom središtu su električni automobili. Da bi se ti planovi i ostvarili biti će potrebno proizvesti velike količine baterija, a samim time i litija. Iako trenutno to znači povećanje uvoza iz drugih država gdje se litij dobiva iz stijena ili vode, Europska unija već kroz nekoliko godina može postati izvoznik ove sirovine.

Trenutna nalazišta litija na području Europske unije nalaze se na području regije Gornje Rajne u Njemačkoj. Njemački institut za geologiju i prirodne resurse (BGR) navodi kako se u ovim vodama nalazi između 200 i 400 miligrama litija po litri, što su rezerve ekvivalentne 16 milijuna tona litij-karbonata. Ova količina dovoljna je za proizvodnju 400 milijuna baterija za električne automobile (Jelavić, 2022.). Njemačko-austrijsko poduzeće, Vulcan Energy Resources, poduzeće je koje svojim projektom „Zero carbon lithium“ želi proizvesti litij na način da ne uzrokuje emisiju CO₂, to jest oni žele dekarbonizirati proces dobivanja litija i time smanjiti ugljični otisak proizvodnje baterija za električne automobile. Trenutni načini dobivanja litija prouzrokuje velike količine CO₂ te bi elektrifikacija svih automobila emitirala oko 1,05 milijardi tona CO₂. Za razliku od toga, poslovanje ovog poduzeća ne uzrokuje degradaciju zemlje, zagađenje vode niti zraka. Ovo je moguće korištenjem obnovljive geotermalne energiju za ekstrakciju litija (Vulcan energy, bez dat.).

Ekstrakcija litija iz vode fizički je proces koji ne zahtijeva upotrebu kemikalija i samim time ne zagađuje okoliš. Slana voda, koja se nalazi na dubini od 3 do 5 km, do sada se je ispumpavala kako bi se njena toplina od 120 do 200 Celzija koristila za proizvodnju električne energije, te se nakon toga ohlađena vraćala u zemlju. U procesu ekstrakcije litija ova voda se prije vraćanja u zemlju filtrira te se sirovine potrebe za proizvodnju baterija izvlače pomoću magneta. Cijeli proces je nova čista tehnologija nastala u Njemačkoj te ona ne zahtijeva dodatna bušenja zemlje, ne troše se fosilna goriva, voda niti se koriste štetne kemikalije koje bi uzrokovale zagađenje okoliša (Jelavić, 2022.). Osim toga, jeftinije je od dosadašnjih metoda ekstrakcije litija (Vulcan energy, bez dat.).

Iako je odavno poznato da termalne vode ispod rijeke Rajne sadrže veliku količinu litija, do sada nije postojala potrebna tehnologija za ekstrakciju litija na ekonomičan i ekološki prihvatljivi način. Poduzeće Vulkan ima cilj do 2025. godine otvoriti pet tvornica koje će proizvoditi 40.000 tona litij karbonata godišnje. Ova količina dovoljna je za izradu milijun

baterija električnih automobila godišnje, što će Njemačku pretvoriti u jednog od najvećih svjetskih proizvođača litija. To dokazuje i činjenica da već sada postoje zainteresirani kupci. Naime, potpisana su dva ugovora na razdoblje od 5 godina s LG Energy Solutions (LGES) iz Južne Koreje, najvećim svjetskim proizvođačem litijskih baterija za električna vozila i s francuskim proizvođačem automobila Renault, a među zainteresiranima nalaze se i druga poduzeća kao što su to Stellantis i Daimler (Roščić, 2021.).

Ukoliko ovaj projekt uspije, problem dobivanja sirovina za baterije električnih automobila bio bi riješen na ekološki i društveno prihvaćen način, a samim time omogućio bi Europskoj uniji neovisnost u pogledu uvoza litija.

4. Budućnost električnih automobila na području Europske unije

Električna vozila jedna su od glavnih tema kada se govori o smanjenju zagađenja okoliša i primjeni alternativnih goriva u prometu. Europska unija smatra da su upravo oni ključ postizanja klimatske neutralnosti, stoga je u Europskom parlamentu izglasano da se od 2035. godine više neće smjeti prodavati nova vozila koja ispuštaju štetne plinove. U kategoriju vozila s nultom emisijom za sada spadaju samo električna vozila, te EU smatra da će ovom odlukom učiniti energentski učinkovita vozila dostupna svima (Jelušić, 2023.). Kako bi se ova odluka i provela na državama članicama je izazov napraviti daljnji plan razvoja prometa i prometne infrastrukture sukladne ovoj odluci.

U ovom poglavlju prikazati će se Europski Zeleni plan, te kako se to Republika Hrvatska planira prilagoditi ciljevima i mjerama ovog plana. Osim toga, kako bi se ti planovi mogli ostvariti vrlo je bitno da postoji i široka ponuda električnih automobila na tržištu, stoga ovo poglavlje pokriva i postojeće proizvođače električnih vozila. Također, ovo poglavlje sadrži i analizu postojeće infrastrukture za električna vozila u Europskoj uniji.

4.1. Europski Zeleni plan

Budući strateški razvoj Europske unije za prvu polovicu 21. stoljeća formirala je Europska komisija još 2019. godine kada je izrađeni Zeleni plan. Ova nova strategija razvoja uključuje održiv i uključiv razvoj, tranziciju prema gospodarstvu koje je resursno učinkovito i konkurentno te društvu kojeg karakterizira pravednost i prosperitet. Krajnji cilj ovakvog plana je do 2050. godine razviti klimatski neutralno gospodarstvo u kojem neće biti neto emisija stakleničkih plinova (Boromisa, 2020.).

Ovaj plan prihvaćeni je od strane Europskog parlamenta 24. lipnja 2021. godine, a odnosi se na razdoblje do 2050. godine. Temeljem Zelenog plana Europska unija se zakonski obvezuje do 2030. godine smanjiti emisiju stakleničkih plinova za 55% i do 2050. godine postići klimatsku neutralnost. Neke od koristi koje Europska unija želi postići ovim planom uključuju: više stanica za punjenje e-automobila, čišći zrak, manje otpada, čišće tlo i voda, obnova kuća, smanjenje računa za energiju, bolji javni prijevoz, zdravija hrana te bolje zdravlje ljudi i budućih generacija, razvoj gospodarstva te otvaranje novih radnih mjesta u područjima obnovljivih izvora energije (Europski parlament, 2023.).

Kako bi se svi zacrtani ciljevi i ostvarili, Europska Komisija je 2021. godine donijela paket mjera „Spremi za 55%“, to jest mjere kojima će se omogućiti ostvarivanje smanjenja emisije štetnih plinova do 2030. godine. Ove mjere sastoje se od trinaest međusobno povezanih revidiranih zakona i šest predloženih zakona o klimi i energiji (Europski parlament, 2023.).

Smanjenje emisije potrebno je gledati prema sektorima, a najveći proizvođači emisije upravo je sektor industrije i prometa. Kako bi se smanjio njihov utjecaj, u 2023. godini zastupnici su prihvatili sljedeće odredbe (Europski parlament, 2023.):

- „reformu ETS-a, sustava trgovine emisijama stakleničkih plinova kako bi se do 2027. obuhvatili sektori koji najviše zagađuju, kao što su zgrade, cestovni i pomorski promet. Reformom se žele postupno ukinuti besplatne naknade za zrakoplovni promet do 2026. i potaknuti upotreba održivog zrakoplovnog goriva.“
- „reformu rezerve za stabilnost tržišta kako bi se riješila strukturna neravnoteža između ponude i potražnje za emisijskim jedinicama u ETS-u.“
- „uvođenje pristojbe za istjecanja ugljika kojom se određuju cijene ugljika na uvezenu robu izvan EU-a kako bi se smanjio rizik od premještanja proizvodnje u zemlje s manje ambicioznim klimatskim ciljevima“
- „uvođenje Uredbe o raspodjeli tereta između zemalja EU-a kako bi se povećali nacionalni ciljevi za smanjenje emisija u sektorima koji nisu obuhvaćeni ETS-om poput poljoprivrede, građevinskog sektora i gospodarenja otpadom s 29 posto na 40 posto do 2030.“
- „jačanje pravila za povećanje ponora ugljika u sektoru korištenja zemljišta, prenamjene zemljišta i šumarstva“
- „prijedlog kojim se jamči nulta stopa emisija CO₂ za nove osobne automobile i kombije u 2035. godini“
- „reviziju emisijskih dozvola za zrakoplovstvo kako bi se u sustav uključili svi letovi koji polaze iz Europskog gospodarskog prostora i potencijalno rješenje za letove izvan EU-a (CORSIA)“

Obzirom da u području cestovnog prometa unutar Europske unije 15% emisije CO₂ proizvode upravo automobili i kombiji, Europska komisija iznijela je prijedlog nulte emisije za ovu skupinu vozila do 2035. godine, dok su srednjoročni ciljevi zacrtani do 2030. godine i oni uključuju smanjenje emisije za 55% kod automobila i 50% kod kombija. Također, do 2035. godine, svi novi automobili obvezni su imati nultu emisiju CO₂ (Europski parlament, 2023.).

Sukladno ovom odlukom, potrebno je osigurati i infrastrukturu koja omogućava primjenu vozila na alternativna goriva, stoga je Parlament 2022. godine usvojio odluku o osiguravanju većeg broja stanica za punjenje električnom energijom i vodikom. Da bi se potrebe za infrastrukturom zadovoljile, zastupnici traže da se punionice za električne automobile stave na sve glavne ceste unutar Europske unije u razmaku od 60 km i to najkasnije do 2026. godine, dok za vodik traže punionice na svakih 100 km najkasnije do 2028. godine (Europski parlament, 2023.).

4.2. Strategija niskouglijnog razvoja Republike Hrvatske

Republika Hrvatska, kao jedna od država članica Europske unije, također mora provesti mjere kako bi smanjila emisije štetnih plinova. Ciljevi RH sukladni su s ciljevima EU do 2030. godine koji uključuju smanjenje stakleničkih plinova za najmanje 40% u odnosu na 1990. godinu. Ovo se planira ostvariti smanjenjem emisije u sektorima koji su dio Sustava trgovine emisijama stakleničkih plinova (ETS) za 43% u odnosu na 2005. godinu, dok se planira smanjiti emisija u sektorima izvan ETS- za ukupno 30% u odnosu na 2005. godinu. Republika Hrvatska je u sklopu svojeg plana niskouglijnog razvoja postavila tri scenarija, NUR, NU1 i NU2. Svaki od ovih scenarija podijeljen je po različitim sektorima koji imaju svoje specifične ciljeve (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021).

Scenarij NUR za sektor pometa sačinjava se od strukturalnih promjena kao rezultata već postojećih mjera energetske učinkovitosti i dekarbonizacije. U ovaj scenarij predviđa sljedeće (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021):

- „porast udjela električnih vozila na 11% od ukupnog broja osobnih vozila u 2050. godini, odnosno 243.600 električnih vozila u 2050. godini“
- „porast broja hibridnih i plug-in hibridnih vozila na 14,6 % od ukupnog broja osobnih vozila do 2050. godine, čime bi broj hibridnih i plug-in hibridnih vozila u 2050. godini iznosio ukupno 320.000“
- „porast broja vozila koja koriste vodik nakon 2030. godine na 1,4 % od ukupnog broja osobnih vozila, odnosno na oko 31.000 vozila u 2050. godini“
- „porast udjela biogoriva u benzinskim i dizelskim gorivima na prosječnih 8 % do 2050. godine
- „razvoj uspješno promicanje integriranog gradskog prometa“
- „razvoj međugradskog prometa s naglaskom na željeznički promet putnika i tereta“

Scenarij NU1, scenarij je postupne tranzicije, a on se sastoji od sljedećih pretpostavki i mjera (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021):

- „porast udjela električnih vozila na 35 % od ukupnog broja automobila u 2050. godini, odnosno 762.700 električnih vozila u 2050. godini“
- „porast broja hibridnih i plug-in hibridnih vozila na 20 % (6 % hibridnih i 14 % plug-in hibridnih) od ukupnog broja osobnih vozila do 2050. godine, čime bi broj hibridnih i plug-in hibridnih vozila u 2030. godini iznosio oko 70.000, a u 2050. godini broj vozila za obadvije kategorije bi iznosio ukupno 449.000 vozila.“
- „porast broja vozila koja koriste vodik nakon 2030. godine na 1,4 % od ukupnog broja osobnih vozila, odnosno na oko 31.000 vozila u 2050. godini“
- „porast udjela biogoriva u benzinskim i dizelskim gorivima na prosječnih 12 % do 2050. godine“
- „popularizacija integriranog i intermodalnog s naglaskom na razvoj željeznice za prijevoz tereta, (rast na oko 25 % u 2050. godini), pri čemu se očekuje sukcesivno uvođenje električnih lokomotiva umjesto dizelskih“
- „u pomorskom prometu pretpostavlja se da će u 2050. godini udio biogoriva iznositi 20 %, UPPa 5 %.“

Zadnji scenarij NU2, scenarij je snažne tranzicije čija osnovna pretpostavka izrade uključuje veliko povećane udjela električnih automobila. Njegove pretpostavke i mjere su sljedeće (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021):

- „porast udjela električnih automobila na 61 % od ukupnog broja automobila u 2050. godini, 1,23 milijuna električnih automobila u 2050. godini,“
- „porast broja hibridnih i plug-in hibridnih vozila na 14,7 % (2,8 % hibridnih i 11,9 % plug-in hibridnih) od ukupnog broja osobnih vozila do 2050. godine, čime bi broj hibridnih i plug-in hibridnih vozila u 2030. godini iznosio oko 69.800, a u 2050. godini ukupno 297.000 vozila.“
- „porast broja vozila koja koriste vodik nakon 2030. godine na 2,9 % od ukupnog broja osobnih vozila, odnosno na oko 59.600 vozila u 2050. godini“
- „porast udjela biogoriva u benzinskim i dizelskim gorivima na prosječnih 27 % do 2050. godine“

- „viša primjenjivost intermodalnosti – porast udjela teretnog prometa ostvaren željezničkim prijevozom (električne lokomotive) na oko 30 % u 2050. godini“
- „u pomorskom prometu pretpostavlja se da će u 2050. godini udio biogoriva iznositi 20 %, UPPa 10 %.“

Ova tri scenarija odnose se na razdoblje do 2050. godine. Da bi se ovi ciljevi ostvarili, plan do 2030. godine je težnja smanjenju emisije i to putanjom koja se nalazi između scenarija NU1 i NU2. Temeljni cilj koji je postavila Republika Hrvatska u sklopu Strategije niskougličnog razvoja do 2030. godine je: „ostvariti smanjenje emisije za 7% u sektorima izvan ETS-a, u odnosu na emisiju u 2005. godini.“. Ovaj cilj predstavlja minimalni prag koji se mora ostvariti, a on je ujedno i obavezan prema Europskoj uniji i Pariškom sporazumu, u okviru zajedničkog EU cilja do 2030. godine (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021).

Unutar strategijskog plana postavljeni su ciljevi i do 2050. godine. Glavni cilj Republike Hrvatske u vidu smanjenja emisija stakleničkih plinova u navedenom razdoblju je: „smanjenje emisija stakleničkih plinova s putanjom koja se nalazi u prostoru između niskougličnog scenarija NU1 i NU2, s težnjom prema ambicioznijem scenariju NU2.“ (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021).

Podaci o emisiji stakleničkih plinova u 2018. godini ukazuju da je čak 27% emisije izazvao promet, od čega je cestovni putnički promet izazvao 71,6%, a cestovni teretni promet 24,7%. Prema postavljenim scenarijima NU1 i NU2 do 2030. godine predviđa se još viša emisija nego u 1990. godini za 51,4%, odnosno 44% u 2030. godini. Smanjenje emisije u odnosu na 1990. godinu predviđa se tek poslije 2040. godine. Do 2050. godine se prema scenariju NU1 predviđa smanjenje emisije za 28,3%, dok se prema scenariju NU2 predviđa smanjenje za 55,4% (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021).

Temeljne mjere u prometu donesene u sklopu ove strategije za niskouglični razvoj Republike Hrvatske uključuju (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021):

- „primjenu goriva niske emisije CO₂ što uključuje korištenje električnih i hibridnih vozila, vozila koja koriste prirodni plin i bioplina, ukapljeni naftni plin, vozila koja koriste vodik te korištenje biogoriva,“
- „optimizaciju i povećanje učinkovitosti prijevoznih sredstava,“
- „destimulaciju potrošnje dizel goriva i uvoza starih dizel vozila,“
- „promicanje održivog integriranog putničkog i teretnog prometa,“

- „lokalizaciju proizvodnje i potrošnje s ciljem smanjenja teretnog prometa.“

Prva mjera odnosi se na uključivanje vozila na alternativni pogon u promet. Ovom mjerom stavlja se naglasak na smanjenje emisije povećanjem primjene vozila na alternativni pogon. Da bi ova mjera bila učinkovita potrebno ju je poduprijeti i s mjerama koje se odnose na smanjenje emisije kod proizvodnje električne energije. Ostali izvori alternativnih goriva kao što su prirodni plin, sintetski plin, bioplin i vodik, također imaju veliki potencijal primjene u prometu. U sklopu ovog plana napominje se njihova važnost te potreba za izgradnjom infrastrukture kako bi njihova upotreba bila moguća u što većoj mjeri (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021).

Za niskougljični razvoj RH bitna je ekonomična potrošnja goriva, stoga je unaprjeđenje učinkovitosti vozila bitni faktor kod obnove voznog parka. U tu svrhu od 2021. godine na snazi je mjera obveze smanjenja prosječnih emisija za sva nova osobna vozila ispod 95 g CO₂/km.

Plan za održivi prometni sustav u gradovima podrazumijeva niskougljični javni gradski prijevoz kao i uže središte gradova bez prometa. Vizija za vozila u gradskom prijevozu podrazumijeva primjenu autonomnih vozila uz napredno punjenje i korištenje baterija, zatim optimiziranje gradske logistike prijevoza tereta, inteligentno upravljanje prometom i javnim parkirnim površinama, uvođenje sustava dijeljenja automobila te promicanje, razvoj i optimiziranje javnog gradskog prijevoza putnika (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021).

Predviđanja za naredne godine uključuju povećanje prijevoza. Mjera za smanjivanje emisije u teretnom prometu je povećano korištenje željeznice te bolja optimizacija sustava transporta. Što se tiče teretnih vozila, najpogodnije rješenje glede njihovog pogona su goriva proizvedena uz pomoć električne energije i vodik, dok je predviđanje da će manja teretna vozila biti na hibridni i baterijski pogon (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021).

Osim svega navedenog, unutar plana niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske, navedene su i smjernice za niskougljični razvoj do 2030. godine, koje glase (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2021):

- „U sektoru prometa treba ojačati kapacitete za planiranje održive mobilnosti i integralno planiranje mobilnosti u gradovima. „
- „Potrebno je poticati razvoj integriranog prometa. Potrebno je poticati željeznički promet kako bi postao konkurentan drugim vidovima prometa.“

- „Potreban je sustavan rad na unaprjeđenju unutarnjih plovnih putova kad je riječ o organizaciji, modernizaciji flote, obrazovanju, izgradnji infrastrukture (vodni putovi i luke), održavanju i sigurnosti plovidbe, kao i poboljšanju suradnje sa susjednim zemljama. Potrebno je ispitati mogućnosti za proširenje unutarnjih plovnih putova;“
- „Potrebno je ulagati u razvoj inteligentnih i integriranih urbanih i javnih prometnih sustava koji uključuju razvoj urbane biciklističke infrastrukture, optimiranje gradske logistike u prijevozu tereta, inteligentno upravljanje javnim prometom i parkirnim površinama te poticanje tehničkih inovacija u urbanom prometu s ciljem smanjenja emisija stakleničkih plinova. Posebno je važno osigurati razvoj infrastrukture i mogućnosti za primjenu alternativnih goriva u javnom prometu; „
- „Ključno je osigurati infrastrukturu za alternativna goriva, s naglaskom na urbana područja kako bi se potaknula primjena alternativnih goriva prvenstveno u javnom gradskom prometu;“
- „Potrebno je nastaviti sustavno provoditi promocije i kampanje s poticanjem transformacije mišljenja i djelovanja stanovnika u smjeru korištenja vidova prometa kojima se smanjuju emisije stakleničkih plinova.“
- „Nastaviti aktivnosti ovisno o uspješnosti razvoja do 2030. godine. Ključno će biti daljnje korištenje alternativnih goriva za osobna vozila. Potrebno će biti nastaviti procese razvoja i unaprjeđenja integriranog i željezničkog te riječnog prometa kao vrlo važnog čimbenika za smanjenje emisija i povećanje konkurentnosti gospodarstva;“
- „Biti će veliki značaj informacijske tehnologije za optimiranje prometnih sustava te integriranje s elektroenergetskim sustavom;“
- „Biti će jako važna primjena alternativnih goriva i integriranog gradskog prometa koji uključuje javni gradski promet, inteligentne sustave za prijevoz tereta te razvijenu biciklističku infrastrukturu kako bi se gotovo potpuno eliminirale emisije stakleničkih plinova iz urbanih sredina;“
- „Za smanjenje emisija u teškom teretnom prometu biti će potrebna alternativna goriva, posebice korištenje vodika primjenom gorivih ćelija, te korištenje sintetskih plinskih i tekućih goriva. Sustavi transporta trebaju biti visoko optimirani primjenom ICT rješenja i korištenjem autonomnih vozila gdje je to moguće.“

Ova strategija prati ciljeve Europske unije donesene u sklopu Zelenog plana te za cestovni promet predviđa tri scenarija potpune i snažne tranzicije gospodarstva prema energetski učinkovitom društvu i smanjenju emisije štetnih plinova iz cestovnog prometa.

4.3. Proizvođači električnih vozila

Europska unija budućnost cestovnog prometa i rješenje klimatskih promjena vidi upravo u vozilima na alternativni pogon koja imaju nultu emisiju stakleničkih plinova. Da bi se ovaj cilj ostvario potrebno je omogućiti kupnju električnih automobila i teretnih vozila kako bi njihova široka primjena mogla zaživjeti. Ovo je iznimno bitno obzirom da od 2035. godine kod kupnje novog automobila biti će moguće izabrati samo onaj sa nultom emisijom, to jest, električni ili na vodik.

Broj električnih i hibridnih vozila zadnje desetljeće je u velikom porastu pa se je tako u 2022. godini u prometu nalazilo ukupno 26.467 hibridnih vozila M1 kategorije, potpuno električnih vozila M1 kategorije bilo je 4.799, te je hibridnih automobila s vanjskim punjenjem M1 kategorije bilo ukupno 2.544. Ako se pogleda broj potpuno električnih vozila kategorije L njih je bilo 2.637, dok je hibridnih bilo svega četvero, a hibridnih na vanjsko punjenje samo troje (Centar za vozila hrvatske, bez dat.).

Podaci pokazuju kako se u prometu već sada javlja veliki broj automobila na električni ili hibridni pogon, što ukazuje da ponuda postoji, no ovakvi automobili za sada su cjenovno neprilivljivi kupcima, u odnosu na konvencionalna vozila.

Osim osobnih vozila, veliki dio emisije štetnih plinova proizvode i cestovna teretna vozila, koja će se također trebati prilagoditi novim mjerama Europske unije. Za uvođenje električnih teretnih vozila biti će potrebna velika napredovanja u tehnologiji baterija kako bi oni bili kompetentni u odnosu na konvencionalna teretna vozila. Iako je istraživanje Capgemini Inventa pokazalo da su električni kamioni jedni od 55 čistih tehnologija koje Europskoj uniji mogu omogućiti da postigne svoj cilj klimatske neutralnosti do 2050. godine, njihov najveći nedostatak su cjenovna neisplativost, težina baterije kao i vrijeme punjenja (Novi list.hr, 2021.).

Proizvođači električnih vozila već su osmislili inovacije koje će u budućnosti omogućiti zamjenu konvencionalnih teretnih vozila s onima na električni ili hibridni pogon. Jedan od vodećih inovatora u svijetu električnog pogona, poduzeće Tesla, još je 2017. godine predstavilo električni kamion. S druge strane i poznata švedska automobilska kompanija, Volvo, imao je sličnu ideju kod izrade autobusa na električni pogon. Njihova ideja uspjela je

zaživjeti te se trenutno na svijetu nalazi 4.000 Volvo električnih autobusa. Ova vozila služila su i kao platforma za razvoj teških kamiona na električni pogon koje proizvode od 2019. godine. Trenutno se u njihovoj paleti električnih kamiona nalaze šest modela, FL Electric, FE Electric te najnoviji modeli FH, FM i FMX. FL Electric električni je kamion s nosivošću od 16 tona, opremljeni je s šest baterija čije vrijeme punjenja iznosi sat i pol, te ima domet od 300 km. FE Electric električni je kamion nosivosti do 27 tona, te je on veći, no zbog toga mu je i domet manji, to jest, ovo vozilo s jednim punjenjem može prijeći od 120 do 200 km (Novi list.hr, 2021.).

Što je tiče ponude električnih autobusa, ovaj proizvođač ima široku ponudu elektrificiranih vozila koja uključuje hibridne autobuse, električne hibridne autobuse i potpuno električne autobuse, kako bi mogli odgovoriti na potrebe velikog broja gradova. Ovi autobusi ne proizvode štetnu emisiju, tihi su te imaju veliki putnički kapacitet i odličan radni učinak (Autobusi.net, 2019.).

Osim Volva, proizvodnjom električnih teretnih vozila počelo je se baviti i poduzeće Renault Trucks. Oni napominju kako njihovi električni kamioni imaju maksimalan doseg od 560 km, te se sastoje od šest paketa baterija od 94kWh. Mogu se puniti pomoću prilagođene utičnice s izmjeničnom strujom (AC) za sporo punjenje ili pomoću istosmjernog (DC) punjača za brzo punjenje. Ovo poduzeće odgovorno je i za recikliranje starih baterija iz vozila kako bi postigli održivu elektromobilnost (Renault Trucks, bez dat.).

Proizvođači cestovnih vozila prepoznali su važnost električne energije kao pogonskog goriva te su u proteklih nekoliko godina osmislili tehnologiju koja im omogućuje proizvodnju lakih i teških teretnih vozila na električni pogon kako bi se na vrijeme osigurali da mogu odgovoriti na zahtjeve Europske unije u pogledu smanjenja emisije štetnih plinova. Električni osobni automobili već su dio palete proizvoda svakog proizvođača automobila, no tek ih je nekoliko uspjelo tu tehnologiju prenijeti na teretna vozila. Prema ovim podacima, vidljivo je da ponuda postoji, no postojeći modeli još uvijek svojim dometom i cijenom ne mogu konkurirati konvencionalnim teretnim vozilima.

4.4. Postojanje i stanje infrastrukture za potpuni prelazak na električni pogon u cestovnom prijevozu na području Europske unije

U istraživačkome dijelu rada postojanje i stanje infrastrukture za potpuni prelazak na električni pogon u cestovnom prometu biti će prikazan kroz analizu trenutnog stanja i broja punionica u državama članicama Europske unije te kroz analizu planova Europske unije za uspostavljanje infrastrukture.

4.4.1. Trenutno stanje i broj punionica u državama članicama Europske unije

Kako bi Europska unija ispunila svoje zacrtane ciljeve i postigla klimatsku neutralnost do 2050. godine, potrebno je osigurati infrastrukturu koja bi podržavala nagli porast električnih automobila. Najvažniji dio te infrastrukture su punionice za električne automobile. Već je poznato da ovakvi automobili imaju manji doseg od konvencionalnih, stoga ih je potrebno i češće puniti. Osim toga, u usporedbi s konvencionalnim vozilima čije punjenje traje svega nekoliko minuta, punjenje električnih vozila traje satima. Upravo zbog toga potrebno je osigurati dovoljno punionica diljem prometnica kako bi svi električni automobili pravodobno imali svoje mjesto za punjenje.

Broj prodanih električnih vozila svake se godine povećava, te bi se proporcionalno trebao povećavati i broj punionica. U 2021. godini u Europskoj uniji svaki jedanaesti novi automobil bio je električno vozilo (OIE Hrvatska, 2022.). Iako Europska unija broji oko 307.000 punionica, većina njih locirana je u nekoliko država, pa tako najveći broj punionica, čak 50% od ukupnih punionica u cijeloj Europskoj uniji, imaju Njemačka i Nizozemska, a drugo mjesto po broju punionica dijele Francuska, Italija i Švedska. Država članica s najvećim brojem punionica je Nizozemska koja ih ima 90.284 što je jednako kao i 23 druge države EU zajedno. Njemačka, kao druga po broju punionica broji 59.410 punionica za električne automobile. Nakon nje, treća država članica s najviše punionica je Francuska koja ih ima ukupno 37.128. Nakon nje slijedi Švedska s 25.197 punionica te Italija koja ima 23.543 punionice diljem zemlje (Andrić, 2022.). Ovih pet država zajedno ima 235.562 punionice dok je ostalih oko 70.000 rasprostranjeno u preostalim državama članicama Europske unije.

Ovi podaci ukazuju da je mreža dostupnih punionica nejednako raspoređena unutar Europske unije. Obzirom da nisu sve države članice iste prema veličini, točnija usporedba

može se prikazati prema broju punionica na svakih 100 km. Tablica 4 prikazuje broj dostupnih punionica na 100 km za svaku državu članicu Europske unije od najviše prema najmanje punionica. Ono što se iz nje može vidjeti je činjenica da u mnogim državama nema niti približno dovoljno javnih punionica za električne automobile. Čak desetak država ima manje od jedne stanice za punjenje na 100km, dok njih 18 ima manje od 5 punionica, a samo njih 4 posjeduje više od 10 punjača na 100 km. Države s najmanje punjača su Grčka i Litva, u kojoj se na 100 km ceste nalazi tek 0,2 punionice. Država s najviše punionica na 100 km je Nizozemska s 47,5 punionice, a iza nje nalazi se Luksemburg sa 34,5 punionica na svakih 100km ceste.

Tablica 4 Broj punionica u državama članicama Europske unije na 100 km

Država članica	Broj punionica na 100 km
Nizozemska	47,5
Luksemburg	34,5
Njemačka	19,4
Portugal	14,9
Austrija	6,1
Belgija	5,5
Italija	5,1
Švedska	5
Danska	4,4
Francuska	4,1
Malta	3,4
Finska	3,3
Hrvatska	2,3
Slovačka	2
Slovenija	1,6
Španjolska	1,1

Irska	1
Češka	0,9
Bugarska	0,8
Estonija	0,7
Mađarska	0,6
Cipar	0,5
Latvija	0,5
Rumunjska	0,5
Poljska	0,4
Grčka	0,2
Litva	0,2

(Izvor: vlastita izrada, prema Andrić, 2022.)

Ovi podaci također ukazuju na neravnomjernu rasprostranjenost mreže punionica unutar Europske unije te mnoge države nemaju dovoljno punionica kako bi se osigurao prijelaz na alternativna goriva u prometu. Ukoliko Europska unija planira ostvariti zacrtane ciljeve do 2030. godine, predviđa se da će biti potrebno otvoriti 6.8 milijuna novih javnih punionica (Andrić, 2022.).

Osim velikih razlika po broju punionica između država članica, razlike postoje i unutar samih država, pa tako one nisu jednako rasprostranjene, već neki dijelovi imaju više punionica od drugih. Većina punionica locirana je po glavnim gradovima država članica. Grad s najvećim brojem punionica je Oslo u kojem se na svakom kvadratnom kilometru nalazi 5,47 punjača. Ovaj grad također ima i najviše punionica na 1000 stanovnika, to jest njih 3,98 (epunjaci.hr, 2022.). Sljedeći grad po broju punionica je Amsterdam u kojem se nalazi 3.404 e-punionice što čini gustoću od 2,24 punionice po km². Cilj ovog grada je potpuni prijelaz na električna vozila do 2030. godine za što će biti potrebno osigurati mrežu od 23.000 stanica za punjenje električnih automobila (Parkilo, bez dat.). Lisabon, grad je koji ima 2,09 punionica na km². Nakon njega slijedi Bruxelles koji ima 1,35 punionice po km² (epunjaci.hr, 2022.). Berlin, grad je s najviše stanica za punjenje električnih automobila u Njemačkoj te se njegova mreža sastoji od 1.526 punionica što čini gustoću od 1,27 punionica po km² (Parkilo, bez dat.). Dublin, Stockholm i Helsinki gradovi su u kojima se nalaze 1,16

punionica po km². U Budimpešti na svakom kvadratnom kilometru nalazi se 0,86 punionice za električne automobile te ima 1,38 punionica na 1000 stanovnika (epunjaci.hr, 2022.). Sljedeći grad po broju punionica je Hamburg u kojem se nalazi 1.385 punionica, te se planira do 2025. godine instalirati još 2.000. Sljedeće mjesto prema broju punionica za električne automobile zauzima München koji ima 1.025 električnih punionica. Grad koji je sljedeći na popisu je Beč koji ima ukupno 953 punionice, te se one nalaze prosječno na svakih 400 metara. Nakon njega slijede Frankfurt i Kopenhagen u kojima se nalaze 383 stanice za punjenje električnih vozila. U ovim gradovima nalazi se mnogo električnih vozila, zbog čega Frankfurt planira do kraja 2023. godine postaviti više od 280 novih mjesta za njihovo punjenje, dok je Kopenhagen postavio cilj do 2025. godine instalirati punionice na udaljenosti manjoj od 250 metara od svih višekatnica. Zadnji grad na popisu gradova s najviše punionica za električne automobile je Rim. U njemu se nalazi 375 stanica za punjenje električnih vozila te on razvija infrastrukturu za punjenje koja mu osigurava tehnološku povezanost za razvoj pametno, integriranih izbora mobilnosti (Parkilo, bez dat.).

Republika Hrvatska također se nalazi među državama članicama koje imaju manje od 5 punionica na 100 km. Točna brojka kreće se oko 950 javnih punionica s oko 1.700 priključaka za punjenje. Ako se pogleda broj registriranih električnih vozila, koji se kreće oko 5.700, ispada da je po priključku na cesti 3,3 električnih vozila. Ova brojka priključaka dovoljna je za trenutnu brojku električnih automobila jer otprilike 60% vlasnika svoje automobile puni kod kuće. Uzimajući u obzir ove brojke, Republika Hrvatska je 2021. godine, od strane agencije Uswitch, bila proglašena drugom najboljom zemljom za putovanje električnim automobilom unutar Europe. Trenutno se unutar države nalazi mnogo manji broj električnih automobila nego u drugim državama članicama, stoga je postojeća infrastruktura dovoljna da zadovolji trenutnu potrebu za punionicama, no obzirom na cilj Europske unije potpunog prijelaza na alternativna goriva, ova infrastruktura u slijedećih nekoliko godina mora se proširiti. U tu svrhu, udruga Strujni krug pokrenula je pilot projekt postavljanja punjača u stupove javne rasvjete. Osim toga, Regulativa za infrastrukturu alternativnih goriva (AFIR) obvezuje sve države članice da kroz narednih nekoliko godina osiguraju stanice za punjenje na najvažnije prometnice Europske unije na svakih 60 do 100 km, što znači neminovno unaprjeđenje infrastrukture i za Republiku Hrvatsku (Kalafatić, 2023.).

Trenutno u Republici Hrvatskoj postoji nekoliko operatera koji vlasnicima električnih automobila nude usluge punjenja njihovih vozila. Jedan od njih je Petrol koji je u prethodnih nekoliko godina iznimno proširio svoju mrežu punionica diljem zemlje, te su njihovi priključci dostupni u AC i DC formatu (Cvetković, 2023.). AC punjači podržavaju punjenje vozila snagom do 22 kW te su oni namijenjeni za dopunjavanje vozila u gradskoj vožnji. DC punjači su brzi punjači koji podržavaju snagu punjenja do 50kWh te se oni uglavnom nalaze na

autocestama (Strujni krug, bez dat.). Drugi operater mreže punionica je Hrvatski Telekom koji je, osim toga i pružatelj usluga punjenja za druge vlasnike punionica. Već spomenuti HEP također je jedan od operatera koji nudi usluge punjenja električnih automobila. Jedan od specifičnih operatera je Tesla Supercharger koji se nalazi na osam lokacija, no ove punionice koje imaju jačinu od 150 kWh, namijenjene su samo vlasnicama Tesla električnih automobila. Osim toga, u Republici Hrvatskoj na tri lokacije nalaze se i Ionity super brze punionice koje imaju ukupno 12 punjača. Ove punionice imaju snagu od 350 kWh te imaju iznimno kraće vrijeme punjenja. Ovakvih punionica diljem Europe ima na 473 lokacije i ukupno 2.226 punjača (Cvetković, 2023.).

Iako Republika Hrvatska evidentno ima dovoljno punionica da zadovolji trenutnu tržišnu potražnju, postoji veliki broj njih koje nisu umrežene, unificirane ili čak funkcionalne. Veliki dio njih je privatno ili poluprivatno, dok one koje su javne nisu održavane. Osim toga, mnoge od njih nemaju pravilan priključak za svaki tip vozila ili su one pak namijenjene samo za vlasnike određenih marka automobila, kao što je to u slučaju Tesle. Upravo iz tog razloga Vlada je iznijela prijedlog regulative koja bi omogućila usklađivanje svih javnih punionica kako bi one bile dostupne i kompatibilne s svim električnim vozilima (Bičak, 2021.).

Da bi se riješio problem nedostupnosti punjača i nedostatak informacija o njihovom statusu dostupnosti osmišljena je aplikacija PlugShare, na kojoj se nalaze lokacije svih punionica, njihova dostupnost i funkcionalnost. Također, postupno se rješava i problem nedostupnosti super punionica na autocestama koji će u narednih nekoliko godina biti obavezni na području TEN-T koridora, jer već sada se na svakoj benzinskoj postaji na autocestama diljem zemlje nalaze punjači. Iako oni još nisu predviđene jačine od 350 kWh koji imaju mogućnost punjenja automobila za nekoliko minuta, punjači postoje te će se u narednim godinama morati prilagoditi novim pravilima Europske unije (Bičak, 2021.).

4.4.2. Potrebna infrastruktura i planovi Europske unije za uspostavljanje infrastrukture

Obzirom da je postavljanje odgovarajuće infrastrukture za električna vozila ključno kako bi Europska unija mogla ostvariti svoj cilj klimatske neutralnosti do 2050. godine, ona već sada provodi razne akcije kako bi osigurala da države članice planiraju svoj daljnji razvoj sukladno tom zajedničkom cilju.

Jedna od tih akcija je i davanje financijskih potpora iz Instrumenta za povezivanje Europe te donošenje Direktive o infrastrukturi za alternativna goriva. Iako Europska unija

svojim politikama promiče zajednički standard poboljšanja pristupu mrežama za punjenje te jednostavnije i brže punjenje električnih automobila, i dalje postoje velike razlike između država članica u pogledu provođenja tih mjera (Europski revizorski sud, 2021.).

Europski revizijski sud utvrdio je dosta nedostataka kod provođenja mjera i dodjeljivanja financijskih sredstava. Primjerice, iako se za otvaranje novih punionica dodjeljuju sredstva iz Instrumenta za povezivanje Europe, nije postavljen uvjet minimalnog razdoblja do kada one moraju biti u upotrebi niti uvjet da svi vlasnici električnih automobila imaju pristup njima. Iz tog razloga Sud je zabilježio kašnjenja u provedbi u svim pregledanim projektima, a osim toga ustanovljeno je i da su trenutne stope upotrebe sufinanciranih punionica niske. Isto tako, prije dodjeljivanja sredstava nije napravljena analiza postojeće infrastrukture pa nema garancije da se sredstva upotrebljavaju tamo gdje su najpotrebnija (Europski revizorski sud, 2021.).

Donesena Direktiva o infrastrukturi za goriva ima mnogo nedostataka zbog kojih se stvaranje infrastrukture ne podudara s trenutnim planovima EU-a. Primjerice, ona ne sadržava minimalni broj mjesta za punjenje već se očekuje da svaka država članica uvede primjeren broj. Iako se spominje okvirni preporučeni omjer, nema nikakvih zahtjeva da se brine o zemljopisnoj rasprostranjenosti, gustoći naseljenosti ili čak mrežnoj pokrivenosti. Isto tako u Direktivi nema navedenih kriterija u pogledu javne dostupnosti i snage punionica te ona ne razlikuje različite vrste električnih vozila. Ono što razlikuje je jačina punjača, no samo za normalno punjenje jačine do 22kWh i brzo punjenje jačine veće od 22kWh, iako se u praksi koriste drugačije kategorije snage punjenja (Europski revizorski sud, 2021.).

Infrastruktura za uvođenje električnih automobila s godinama se povećava i unaprjeđuje diljem Europske unije, no i dalje ne postoje jasni i dosljedni minimalni zahtjevi napredovanja infrastrukture kojima bi se osigurala elektromobilnost na cijelom teritoriju Europske unije. Uvođenje je fragmentirano te svaka država članica postavlja svoje kriterije uvođenja što dodatno otežava usklađivanje, ali i stvara probleme vlasnicima električnih automobila u pogledu informiranosti, mogućem načinu plaćanja, vremenu punjenja i naknadama. Fragmentirano uvođenje infrastrukture dodatna je nesigurnost u pogledu ostvarenja ciljeva, no drugačije uvođenje trenutno nije niti moguće jer na razini Europske unije ne postoji opći strateški plan za elektomobilnost ni integrirana politika o infrastrukturi, vozilima, baterijama, sirovinama, elektroenergetskim mrežama, digitalnim uslugama i gospodarskim poticajima, a države članice same ne raspolažu potrebnim alatima za postizanje koordinacije. Veliku ulogu ovdje ima Komisija koja donošenjem zajedničkih standarda može osigurati interoperabilnost, koordinaciju, davanje potpora te praćenje napretka (Europski revizorski sud, 2021.).

Usprkos neujednačenosti uvođenja infrastrukture i minimalnim zahtjevima koje ona mora ispunjavati, proces postavljanja punionica ipak se aktivno provodi na cijelom području Europske unije. Trenutno je dostupno četiri vrsta punionica. Sporo punjenje vrši se na jačini od 3 do 7 kW te ono traje od 7 do 16 sati. Zatim normalno punjenje smatra se onim koje se odvija snagom od 11 do 22 kW te ono traje od 2 do 4 sata. Brze punionice su one koje imaju snagu od 50 do 100 kW te punjenje traje 30 do 40 minuta. Zadnja vrsta dostupnih punionica su ultra brze punionice koje imaju snagu veću od 100 kW te punjenje automobila na ovakvim punionicama traje do 20 minuta. Brze i ultra brze punionice namijenjene su autocestama dok se normalno i sporo punjenje odvija u gradu ili kod kuće. Ono što je bitno kod punjenja električnih automobila je priključak koji određuje moguće načine punjenja te on ne mora biti isti na svakom automobilu. Pristup različitim punionicama postaje sve usklađeniji obzirom da je nakon donošenja Direktive o infrastrukturi za alternativna goriva u većinu punionica diljem Europske unije uveden standard tipa 2 za punjenje izmjeničnom strujom. Sukladno tome, na europskom tržištu svi proizvođači električnih automobila usvojili su ovaj standard tipa 2 za punjenje izmjeničnom strujom, što za vlasnike ovakvih vozila znači mogućnost punjenja svojih automobila na skoro svim punionicama diljem Europske unije (Europski revizorski sud, 2021.).

Iako su priključci na punionicama sinkronizirani s tipom priključaka na automobilima, trenutno ne postoji usklađeni sustav za *roaming* koji bi omogućio vlasnicima električnih automobila da ih pune na različitim punionicama unutar Europske unije na temelju jednog ugovornog sporazuma. Ono što to konkretno znači je da se korisnici mreža za punjenje njima mogu koristiti samo ako sklope pretplatu s pružateljem te usluge, što znači sklapanje više takvih pretplata, kao i različite načine plaćanja ovisno čiju mrežu punionica koriste. Ovo otežava dobivanje informacija o dostupnosti punionica u stvarnom vremenu, njihovoj funkcionalnosti, redu čekanja te trošku punjenja obzirom da ne postoji standard da se trošak prikazuje na mjestu punjenja. Iako je Europska unija u sklopu Direktive o infrastrukturi za alternativna goriva postavila zahtjev za dostupnost punjenja bez ugovora, u praksi se taj zahtjev ispunjava na vrlo različite načine (Europski revizorski sud, 2021.).

Da bi se ovakvo stanje moglo promijeniti i kako bi se postigla potpuna interoperabilnost potrebno je usvojiti u sklopu Direktive o infrastrukturi za alternativna goriva standarde za punjenje električnih automobila. U tu svrhu predan je zahtjev europskoj organizaciji za normizaciju, od strane Komisije, da se dovrše radovi na postojećim standardima te da se uvedu novi standardi, za koje se očekuje da će biti dovršeni do kraja 2023. godine (Europski revizorski sud, 2021.).

Kako bi se uspjela proširiti mreža punionica za električne automobile diljem Europske unije, od 2014. godine za uvođenje infrastrukture za punjenje upotrebljavaju se financijska sredstva iz Instrumenta za povezivanje Europe (CEF). Pomoću njih su u prethodnih nekoliko godina otvorene znatne količine punionica, a bilo je predviđeno da se do kraja 2020. godine otvori njih 19.000 na području Europske unije i Ujedinjenog kraljevstva. Ove punionice također su trebale ispunjavati kvalitativne zahtjeve iz Direktive o infrastrukturi za alternativna goriva koje uključuju pristup punionicama 24 sata dnevno i punjenje bez ugovora. Iako se na ovaj način promiče uspostava odgovarajuće infrastrukture, nedostatak mu je što se u sporazumu ne utvrđuju posebni ciljevi uspješnosti sufinancirane infrastrukture, te se podaci o krajnjoj uspješnosti nakon što se punionica stavi u upotrebu ne prikupljaju, niti analiziraju (Europski revizorski sud, 2021.).

Iz svega navedenog može se zaključiti kako potreba za uspostavljanjem bolje infrastrukture postoji, kao i naponi da se željena razina punionica postigne, no postoji mnogo problema kod provjere postignutih ciljeva u praksi. Sustavi punionica još uvijek nisu potpuno usklađeni, probleme stvaraju različiti ugovori koje korisnici moraju sklapati kako bi napunili svoja vozila, cijene su nejasno određene, a uz to postoje i velike razlike u rasprostranjenosti punionica između država članica Europske unije. Iako Direktiva o infrastrukturi za alternativna goriva postoji, minimalni zahtjevi koje punionice trebaju ispunjavati nisu jasno definirane zbog čega dolazi do velikih razlika kod punionica različitih operatera. Isto tako postoje i dostupna sredstva za financijsku pomoć građenja i širenja infrastrukture, no uspješnost njihove upotrebe se sustavno ne provjerava što dovodi do manjka informacija o stvarnom stanju na terenu. Ova zapreka onemogućava stvaranje novih zahtjeva, standarda i pravila koji će biti prilagođeni različitim potrebama država članica, ali i smanjuje sigurnost prometovanja električnim automobilima na područjima koji vozačima nisu poznati.

Ono što to konkretno znači je da, iako Europska unija uspješno promiče zajednički standard za priključke za punjenje, ona je trenutno i dalje jako daleko od dostizanja postavljenih ciljeva iz Zelenog plana (Europski revizorski sud, 2021.).

Da se približi postavljenim ciljevima, Europski parlament donio je nekoliko novih pravila u vezi punjenja vozila na alternativna goriva. Prema tim pravilima, države članice su obvezne do 2026. godine postaviti punionice minimalne snage 400kW na svakih 60 kilometara duž glavnih prometnih koridora EU-a – takozvane „transeuropske prometne mreže (TEN-T)“. Uz to, ovim punionicama do 2028. godine mora se povećati snaga punjenja na 600kW. Nova pravila obuhvaćaju i punionice za kamione i autobuse, koje moraju biti postavljene na svakih 120 kilometara, a njihova snaga punjenja mora biti od 1.400 kW do 2.800 kW te se do 2028. one moraju postaviti na polovicu glavnih cesta diljem Europske

unije. Kao što je spomenuto, veliki problem trenutnih punionica je nejasan način plaćanja, stoga Parlament u novim pravilima navodi mogućnost jednostavnog kartičnog plaćanja, kao i obvezu prikazivanja cijena i uspostavu baze podataka koja će korisnicima pružati informacije o raspoloživosti punionica, vremenu čekanja kao i o cijenama (Čizmić, 2023.)

5. Zaključak

Električna vozila sva su vozila koja se kreću na električni pogon pomoću elektromotora. Glavni elementi od kojih se ovakva vozila sastoje su električni motor, električne pogonske baterije i upravljač motora. Iako imaju dugu povijest, još i dužu od konvencionalnih vozila, njihova popularnost počela je rasti tek u novije doba kada je napredovanje tehnologije omogućilo da njihove performanse budu mjerljive s performansama konvencionalnih vozila. Postoji nekoliko vrsta električnih vozila, u koje spadaju hibridna vozila koja koriste kombinaciju električnog motora i motora na unutarnje izgaranje, zatim plug-in hibridna vozila koja također koriste te dvije vrste motora, no imaju i mogućnost punjenja elektromotora iz vanjskih izvora električne energije, zatim električna vozila na gorive ćelije koje za pokretanje koriste vodik te potpuno električna vozila koja se pokreću samo snagom elektromotora.

Ovakva vozila imaju mnoge prednosti nad konvencionalnim, kao što je to tiši rad, bolje performanse, ne ispuštaju štetne plinove u atmosferu, imaju manje troškove jer se mogu puniti i kod kuće te koriste regenerativno kočenje, a također zahtijevaju i manje popravaka. Ovakva vozila osim prednosti imaju i dosta nedostataka kada ih se uspoređi s konvencionalnim vozilima, kao što je to njihova kupovna cijena koja je barem duplo viša od cijene kupovine konvencionalnih vozila. Uz to oni imaju i manji doseg pa zahtijevaju češće punjenje koje može trajati i do nekoliko sati. Iako je njihova prednost ne ispuštanje štetnih plinova, njihova proizvodnja ipak stvara velike količine CO₂ i dovodi do degradacije tla prilikom iskopavanja rijetkih materijala koji su glavne sirovine za proizvodnju baterija.

Održivost njihovog uvođenja u cestovni promet i potpune zamjene konvencionalnih vozila i dalje ostaje upitna. Njihovim korištenjem ne dolazi do ispuštanja CO₂ u atmosferu, no samo dobivanje sirovina proizvodi mnogo više zagađenja. Cestovni promet jedan je od većih potrošača energije u sektoru prometa, a ova energija trenutno većinom dolazi iz neobnovljivih izvora. Rješenja za dobivanje sirovina za baterije bez dodatnog zagađivanja postoje, no ona još uvijek nisu u fazi potpune implementacije, već je potrebno mnogo ulaganja financijskih sredstva, vremena i rada kako bi se oni kroz nekoliko godina mogli početi koristiti. Ako se pogleda ekonomski aspekt električnih automobila, on većim djelom ne ide u njihovu korist. Inicijalna cijena kupnje im je izrazito visoka te je rijetko kome isplativa. Iako se mogu dobiti financijska sredstva od države, ona nisu dovoljna kako bi razlika u cijeni konvencionalnih i električnih vozila bila zanemariva. Što se tiče cijene punjenja vozila i u ovoj kategoriji se nisu pokazala isplativija. Iako se mogu puniti kod kuće, javne punionice koje su do nedavno nudile besplatno punjenje počele su naplaćivati električnu energiju. Naknada za punjenje i nije mnogo manja od goriva za konvencionalno vozilo, a u nekim slučajevima, na

primjer na autocesti, čak je i veća. Ipak, troškovi održavanja su manji kod električnih automobila. Problemi s ovakvim automobilima nastaju i kod završetka uporabe baterije. Zbog njihovog sastava kojeg sačinjavaju rijetki metali, trenutno ih nije moguće u potpunosti reciklirati te se većina sirovina ne iskorištava ponovno kod proizvodnje novih baterija. Europska unija trenutno radi na omogućavanju recikliranja većeg broja otpadnih baterija, no kako bi se to ostvarilo biti će potrebna velika ulaganja u infrastrukturu koja bi to omogućila.

Iako je iskopavanje sirovina za baterije jedan od najvećih nedostataka električnih automobila i razlog zbog kojeg se njihova održivost stavlja u pitanje, Europska unija počela je raditi na rješenju koje će im omogućit dobivanje litija s nultom emisijom CO₂ i to na njihovom teritoriju. Ovo ujedno znači da ga uskoro neće biti potrebno uvoziti iz zabačenih dijelova svijeta gdje se on trenutno iskopava. Osim toga, ovime se otvara mogućnost proizvodnje baterija na ekološki prihvatljiv način, čime se rješava jedan od glavnih problema koji se vežu uz veću proizvodnju električnih automobila, te njihovu nultu emisiju čini stvarnom od samog procesa proizvodnje do kraja njihovog životnog vijeka.

Povećanje upotrebe električnih automobila na području Europske unije više nije upitno, niti stvar rasprave i nagađanja obzirom da je Europska unija u svojem Zelenom planu donijela ciljeve potpunog prelaska na obnovljive izvore energije u cestovnom prometu do 2050. godine. Ovime želi postići klimatsku neutralnost te podići životni standard svojim građanima. Na državama članicama je da se pripreme kako bi ostvarenje ovih ciljeva bilo i moguće, stoga je Republika Hrvatska razvila svoju strategiju niskouglijnog razvoja. Ova strategija obuhvaća tri scenarija koji se moraju ostvariti do 2050. godine te čijim ostvarenjem će se podržati ciljevi iz Zelenog plana. Kako bi to sve bilo uistinu i moguće potrebno je osigurati da ovakvi automobili i novi način života budu stvarno i dostupni svim građanima. Ponuda električnih automobila je velika jer ih nudi skoro svaki proizvođač automobila, a razvojem tehnologije postalo je moguće koristiti električno vozilo i u cestovnom teretnom prijevozu. Iako je kupnja moguća, još uvijek nije cjenovno dostupna većini stanovnika, stoga se mnogi ne odlučuju za električna vozila.

Osim toga, problem nastaje i kod infrastrukture za ovakva vozila. Benzinske postaje za konvencionalna vozila mogu se naći na svakom uglu gradova i autocesta. Ukoliko se želi električna vozila u potpunosti implementirati kao glavno prijevozno sredstvo u cestovnom prometu, potrebna je ista količina dostupnih punionica. Punionice diljem Europske unije postoje te ih je za trenutnu količinu električnih automobila dovoljno, no nejednako su rasprostranjene te postoji mnogo problema oko njihove upotrebe. Primjerice, one nemaju točno naznačenu visinu naknade, korisnici ih mogu koristiti samo temeljem sklopljenog ugovora s operaterima, mnoge nisu u funkciji ili su zauzete, postoji više vrsta priključaka koji

nisu kompatibilni s priključcima svih električnih automobila ili pak nemaju dovoljnu snagu punjenja, stoga ono može trajati satima. Iako Direktiva postoji ona ne sadržava minimalne zahtjeve od punionica niti vremenske rokove, a osim toga ne postoji sustav provjere kvalitete novo izgrađenih punionica kao niti gustoća trenutne mreže. Kako bi Europska unija stvarno mogla dostići svoj cilj i potpuno izbaciti konvencionalna vozila iz prometa do 2050. godine biti će potrebno još mnogo financijskih ulaganja, novih zakona, direktiva i propisa kojima će se osigurati da ovako velika promjena ne pada na leđa vlasnika automobila.

Može se zaključiti kako električni automobili imaju još mnogo ključnih nedostataka zbog kojih je njihova zamjena konvencionalnih vozila upitna. Iako dvojbe o njihovoj glavnoj ulozi u budućnosti Europske unije nema, još uvijek nisu pronađena sva rješenja koja bi osigurala njihovu potpunu održivost. Trenutna zamjena nije moguća zbog još mnogo neodgovorenih pitanja o električnim automobilima, kao kako dobivanje rijetkih sirovina potrebnih za proizvodnju učiniti ekološki i društveno prihvatljivim, što s otpadnim baterijama i hoće li se one moći u potpunosti reciklirati ili će postati glavni izvor zagađenja okoliša, hoće li ona imati iste performanse kao i konvencionalna vozila, kako će vozači priuštiti kupnju ovih vozila obzirom na njihovu cijenu te hoće li ih imati gdje puniti i popravljati te pod kojim uvjetima. Na sva ova pitanja odgovori su još nejasni, no ne i nemogući jer Europska unija već radi na svakome od njih, no obzirom na njihove planove, ne dovoljno brzo. Kako bi ovakva vozila uistinu mogla postati potpuno održiva i bez negativnih posljedica koje se skrivaju od oči javnosti, biti će potrebno uvesti mnogo promjena u prometnom sektoru, razviti nove tehnologije, doći do novih saznanja i uložiti mnogo sredstava.

Popis literature

1. Alternative Fuels Data Center (bez dat.) *Fuel Cell Electric Vehicles*. Preuzeto s https://afdc.energy.gov/vehicles/fuel_cell.html
2. Alternative Fuels Data Center (bez dat.) *Hybrid Electric Vehicles*. Preuzeto s https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_basics_hev.html
3. Alternative Fuels Data Center (bez dat.) *Plug-In Hybrid Electric Vehicles*. Preuzeto s https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_basics_phev.html
4. Alternative Fuels Data Center, (bez dat.) *All-Electric Vehicles*. Preuzeto s https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_basics_ev.html
5. Andrić, D. (2021.) *Održavanje automobila: Jesu li električna vozila doista (puno) jeftinija od dizelaša i benzinaca*. Preuzeto s <https://revijahak.hr/2021/01/25/odrzavanje-automobila-jesu-li-elektricna-vozila-doista-puno-jeftinija-od-dizalasa-i-benzinaca/>
6. Andrić, D. (2022.) *Skromna mreža: Polovina svih punionica za električne automobile u EU nalazi se u samo dvije zemlje!* Preuzeto s <https://revijahak.hr/2022/06/23/skromna-mreza-u-velikom-dijelu-europe-pola-svih-punionica-za-elektricne-automobile-u-eu-nalazi-se-u-samo-dvije-zemlje/>
7. Autobusi.net (2019.) *Novi zglobni električni Volvo*. Preuzeto s <https://www.autobusi.net/novi-zglobni-elektricni-volvo/>
8. Barmaki, R., Ilkhani, M. i Salehpour, S. (2016). *Istraživanje potrošnje energije i ispuštanja štetnih plinova kod plug-in i hibridnih električnih vozila*. Tehnički vjesnik, 23 (3), 899-906. Preuzeto s <https://doi.org/10.17559/TV-20140928112417>
9. Bičak, D. (2021.) *Za 2,8 milijuna vozila dovoljno 800 crpki, ali 600 punionica za 2000 e-auta nije*. Preuzeto s <https://www.poslovni.hr/kolumne/za-28-milijuna-vozila-dovoljno-800-crpki-ali-600-punionica-za-2000-e-auta-nije-4305645>
10. Boromisa, A. (2020.) *TKO ĆE I KAKO PROVODITI EUROPSKI ZELENI PLAN?*. Preuzeto s https://irmo.hr/wp-content/uploads/2020/11/Analiza_EUROPSKI-ZELENI-PLAN.pdf
11. Centar za vozila hrvatske (bez dat.) *Vozila kategorije M1 s ELEKTRIČNIM i HIBRIDNIM pogonom*. Preuzeto s https://cvh.hr/media/4922/s15_broj_vozila_s_elektricnim_i_hibridnim_pogonom_2007do2022.pdf
12. Cvetković, I., (2023.) *Iako imamo sve više punionica, danas je besplatno punjenje EV vozila u Hrvatskoj postalo prava rijetkost. Kako bismo vam pomogli u snalaženju u šumi cijena, istražili smo ponudu i donosimo pregled tko šta nudi i po kojoj cijeni*. Preuzeto s <https://www.autonet.hr/aktualno/pregled-cijena-punionica-elektricnih-automobila-u-hrvatskoj-2023/>
13. Čendo Metzinger T., Toth M. (2020.) *Metodologija istraživačkog rada za stručne studije*, Veleučilište Velika Gorica, preuzeto s <https://www.vvg.hr/app/uploads/2020/03/METODOLOGIJA-ISTRA%C5%BDIVA%C4%8CKOG-RADA-ZA-STRU%C4%8CNE-STUDIJE.pdf>
14. Čizmić, M., (2023.) *Nova pravila EU-a: Punionica za električne automobile na svakih 60, za kamione svakih 120 kilometara*. Preuzeto s:

<https://zimo.dnevnik.hr/clanak/nova-pravila-eu-punionica-za-elektricne-automobile-na-svakih-60-za-kamione-svakih-120-kilometara---791275.html>

15. Ćurković, T., Fabijanić, T. i sur. (2017.): *ELEKTROMOBILNOST – Učenje o elektromobilnosti u okviru projekta „Learning E-Mobility“*, Škola za cestovni promet, Zagreb. Preuzeto s <https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/project-result-content/5ed45e21-15a4-4b04-b1c3-30e589c0f114/LEMO%20prirucnik%20hrv.pdf>
16. Djukić, S. i suradnici (2012.) *Informativna brošura za promicanje obnovljivih izvora energije namijenjena građanima, malom i srednjem poduzetništvu i obrtništvu*. Preuzeto s https://eko.zagreb.hr/UserDocsImages/arhiva/dokumenti/brosure/info_brosura.pdf
17. Elen.hep.hr. (bez dat) *Cjenik usluge punjenja električnih vozila*. Preuzeto s https://elen.hep.hr/UserDocsImages/docs/elen_Cjenik_usluge_punjenja_EV_202306_01.pdf
18. Epunjaci.hr (2022.) *Europski glavni gradovi s najvećom gustoćom stanica za punjenje električnih vozila*. Preuzeto s <https://epunjaci.hr/2022/08/03/europski-glavni-gradovi-s-najvecom-gustocom-stanica/>
19. Europski parlament (2023.) *Nova pravila EU-a za održivije i etičnije baterije*. Preuzeto s <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/economy/20220228STO24218/ nova-pravila-eu-a-za-odrzivije-i-eticnije-baterije>
20. Europski parlament (2023.) *Smanjenje emisija ugljičnih plinova: Ciljevi i mjere EU-a*. Preuzeto s <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20180305STO99003/smanjenje-emisija-ugljicnih-plinova-ciljevi-i-mjere-eu-a>
21. Europski parlament (2023.) *Zeleni plan: ključ klimatski neutralnog i održivog EU-a*. Preuzeto s https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20200618STO81513/zeleni-plan-kljuc-klimatski-neutralnog-i-odrzivog-eu-a?&at_campaign=20234-Green&at_medium=Google_Ads&at_platform=Search&at_creation=RSA&at_goal=TR_G&at_audience=europski%20zeleni%20plan&at_topic=Green_Deal&at_location=HR&gclid=Cj0KCQjwtmlBhD3ARIsAARoaEy8rnxFkt7rk8ZypwnVDiOuAE-NiuRzlhF4XX5SUwmsLFzC-8AwtQaAi3hEALw_wcB
22. Europski parlament (2023.). *Smanjenje emisija u prometu: objašnjenje novih ciljeva za smanjenje emisija CO₂ iz automobila i kombija*. Preuzeto s <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20180920STO14027/smanjenje-emisija-u-prometu-objasnjenje-novih-ciljeva-za-smanjenje-emisija-co2>
23. Europski parlament, (2023.). *Emisije CO₂ u prometu EU-a: Činjenice i brojke*. Preuzeto s <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20190313STO31218/emisije-co2-u-prometu-eu-a-cinjenice-i-brojk>
24. Europski revizorski sud (2021.). *Tematsko izvješće: Infrastruktura za punjenje električnih vozila nije dovoljno rasprostranjena u EU-u*. Preuzeto s: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/electrical-recharging-5-2021/hr/>
25. Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost (bez dat.) *Sufinanciranje nabave energetske učinkovitijih vozila*. Preuzeto s <https://www.fzoeu.hr/hr/sufinanciranje-nabave-energetski-ucinkovitijih-vozila/7713>

26. Fuk, B. (2022.) *Otpadne baterije iz električnih vozila – odgođeno rješavanje budućeg problema*. *Sigurnost: časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini*, 64(1), 85-89. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/file/398399>
27. Glavaš, H., Antunović, M., Keser, T. (2006.) *Cestovna vozila na električni pogon*, Dvadesetšesti skup o prometnim sustavima s međunarodnim sudjelovanjem AUTOMATIZACIJA U PROMETU 2006, Zagreb, KoREMA
28. Granić, G. i sur., Energetski institut Hrvoje Požar (2012) *Vizija mogućnosti energetskog razvoja, međusobnih odnosa i utjecaja u Hrvatskoj za razdoblje do 2050. godine*. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/file/125521>
29. Ivanković D. (2022.) *Onečišćenje okoliša u cestovnom prijevozu*. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/file/406454>
30. Jelavić, H., (2022.) *MUKE PO BATERIJAMA / Električna vozila pred novom preprekom: U EU se hvataju za glavu, Nijemci tvrde da imaju rješenje, ali ono uključuje potrese*. Preuzeto s <https://net.hr/auto/l-1a8adf02-fd1f-11ec-91b4-3af7a9a3f27c>
31. Jelušić, A, (2023.) *Ispod ove cifre ne ide: Ovo je 15 najjeftinijih novih automobila u Hrvatskoj*. Preuzeto s <https://n1info.hr/vijesti/ispod-ove-cifre-ne-ide-ovo-je-15-najjeftinijih-novih-automobila-u-hrvatskoj/>
32. Jelušić, A. (2023.) *Povoljni i bez poticaja? Ovo su najjeftiniji električni automobili u Hrvatskoj*. Preuzeto s <https://n1info.hr/vijesti/povoljni-i-bez-poticaja-ovo-su-najjeftiniji-elektricni-automobili-u-hrvatskoj/>
33. Kalafatić, R.,(2023.) *Punionica za električne automobile sve je više, ali često zjape prazne*. Preuzeto s <https://lidermedia.hr/zeleno-i-digitalno/punionica-za-elektricne-automobile-sve-je-vise-ali-cesto-zjape-prazne-152274>
34. Knez, J. 2(023.) *Baterije za električne automobile: Zelena energija po visokoj cijeni*. Preuzeto s <https://lidermedia.hr/biznis-i-politika/baterije-za-elektricne-automobile-zelena-energija-po-visokoj-cijeni-148440>
35. LeasePlan International Consultancy Services, (2022.) *Car Cost Index 2022*. Preuzeto s <file:///C:/Users/HP/Downloads/2022%20CCI-Full%20Report.pdf>
36. Milčić, M. (2023.) *Prošle godine isplatili devet milijuna eura: Poticaji za ekološka vozila i 2023., no bit će promjena*. Preuzeto s <https://www.vecernji.hr/auti/prosle-godine-isplatili-devet-milijuna-eura-poticaji-za-ekoloska-vozila-i-2023-no-bit-ce-promjena-1680999>
37. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja (2021.) *ENERGIJA U HRVATSKOJ*. Preuzeto s https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf
38. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, (2021). *Strategija niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. S pogledom na 2050. godinu*. Preuzeto s https://ec.europa.eu/clima/sites/lts/lts_hr_hr.pdf
39. N1 Info (2023.). *Želite prijeći na struju? Ovo su glavne prednosti i nedostaci električnih vozila*. Preuzeto s <https://n1info.hr/vijesti/zelite-prijeci-na-struju-ovo-su-glavne-prednosti-i-nedostaci-elektricnih-vozila/>
40. Novi list.hr (2021.) *Švedski stručnjaci "izračunali" da su teški kamioni na električni pogon vrlo skora budućnost. Ali, pod jednim uvjetom*. Preuzeto s <https://www.novilist.hr/ostalo/auto-moto/svedski-strucnjaci-izracunali-da-su-teski-kamioni-na-elektricni-pogon-vrlo-skora-buducnost-ali-pod-jednim-uvjetom/>

41. OIE Hrvatska, (2022.) *Europa mora stvoriti uvjete za ubrzanu gradnju infrastrukture za električna vozila*. Preuzeto s <https://oie.hr/europa-mora-stvoriti-uvjete-za-ubrzanu-gradnju-infrastrukture-za-elektricna-vozila/>
42. Parkilo, (bez dat.) *Top 10 gradova u Europi s najvećim brojem električnih punionica*. Preuzeto s <https://parklio.com/hr/blog/top-10-gradova-u-europi-s-najvecim-brojem-elektricnih-punionica>
43. Parkilo, bez dat. *10 razloga za prelazak na električne automobile*. Preuzeto s <https://parklio.com/hr/blog/10-razloga-za-prelazak-na-elektricne-automobile>
44. Renault Trucks, (bez dat.) *Vožnja električnih kamiona*. Preuzeto s <https://www.renault-trucks.hr/static/voznja-elektricnih-kamiona>
45. Roščić, D., (2021.) *Litij iz Njemačke: ekološki besprijekoran i jeftin*. Preuzeto s <https://www.dw.com/hr/litij-iz-njema%C4%8Dke-ekolo%C5%A1ki-besprijekoran-i-jeftin/a-58842751>
46. Senčić, T., Bojković, B., & Mrakovčić, T. (2022.) *Simulacija potrošnje goriva i emisija automobila s različitim pogonom*. Politehnika: Časopis za tehnički odgoj i obrazovanje, 6(1), 37-45. Preuzeto s <https://doi.org/10.36978/cte.6.1.4>
47. Stojkov M., Gašparović D., Pelin D. i sur. (2014.) *Električni automobil - povijest razvoja i sastavni dijelovi*. Preuzeto s [file:///C:/Users/HP/Downloads/717355.140925 Elektricna Vozila ms.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/717355.140925%20Elektricna%20Vozila%20ms.pdf)
48. Strujni krug (bez dat.) *Punjači za električna vozila*. Preuzeto s <https://www.strujnikrug.hr/vodic-kroz-punjace-za-elektricna-vozila/>
49. Valentak K. (2019.) *Loše strane električnih automobila, o kojima se ne govori*. Preuzeto s <https://autostart.24sata.hr/magazin/lose-strane-elektricnih-automobila-o-kojima-nitko-ne-govori-6955>
50. Večernji list (2022.) *Cijene goriva rastu, a električni automobili uskoro bi trebali biti još jeftiniji: Koliko se njihova kupovina isplati za džep, a koliko za okoliš?*. Preuzeto s <https://www.vecernji.hr/auti/cijene-goriva-rastu-a-elektricni-automobili-uskoro-bi-trebali-biti-jos-jeftiniji-koliko-se-njihova-kupovina-isplati-za-dzep-a-koliko-za-okolis-1574726>
51. Večernji list (2023.) *Njemački autoklub izračunao: Neki modeli e-automobila su povoljniji voziti od dizelaša i benzinaca*. Preuzeto s <https://www.vecernji.hr/barkod/njemacki-autoklub-izracunao-neki-modeli-e-automobila-su-povoljniji-voziti-od-dizelasa-i-benzinaca-1678782>
52. Vulcan energy (bez dat.) *ZERO CARBON LITHIUM*. Preuzeto s <https://v-er.eu/zero-carbon-lithium/>
53. Wetterhahn J. (2022.) *Electric vehicles are more cost competitive than ever*. Preuzeto s <https://www.leaseplan.com/en-ix/blog/tco/2022-car-cost-index/>

Popis slika

Slika 1 Struktura potrošnje energije u sektoru prometa.....	19
Slika 2 Promjena u razinama emisije po sektorima u EU.....	23
Slika 3 Razvoj emisije CO ₂ iz novih osobnih automobila na području EU	24
Slika 4 Cjenik ELEN punionica izvan autoceste.....	35
Slika 5 Cjenik ELEN punionica na autocestama od 1.10 do 31.5.....	35
Slika 6 Cjenik ELEN punionica na autocestama od 1.6. do 30.9.....	35

Popis tablica

Tablica 1 Potrošnja energije pojedinih vrta prometa	15
Tablica 2 Struktura osobnih vozila prema vrsti pogonskog goriva.....	20
Tablica 3 Potrošnja goriva i emisije štetnih plinova po pojedinim vrstama automobila	27
Tablica 4 Broj punionica u državama članicama Europske unije na 100 km	52

Popis grafova

Graf 1 Udjeli vrsta prometa u neposrednoj potrošnji energije u 2016. godini	16
Graf 2 Udjeli vrsta prometa u neposrednoj potrošnji energije u 2021. godini	17
Graf 3 Struktura potrošnje energije u cestovnom prometu u 2021. godini.....	18
Graf 4 Emisije stakleničkih plinova prema načinu prijevoza u EU	21
Graf 5 Emisije cestovnog prometa u EU	22
Graf 6 Usporedba potrošnje goriva automobila s različitim pogonom	26
Graf 7 Godišnji trošak posjedovanja automobila.....	38