



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Strojništvo

Modul: Orodjarstvo

OKOLJSKA IN ENERGETSKA UČINKOVITOST ELEKTRIČNIH VOZIL

Mentor: mag. Matiček Tacer

Kandidat: Aleš Bučar

Lektorica: dr. Marija Zlatnar Moe

Ljubljana, marec 2019

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Matiji Tacerju, za vodenje pri snovanju naloge in koristne pripombe na besedilo.

Zahvaljujem se tudi lektorici dr. Mariji Zlatnar Moe, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

IZJAVA

»Študent **Aleš Bučar** izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Matije Tacerja.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Osnovna hipoteza diplomske naloge je, da elektrifikacija vozil ni nujno enoznačna rešitev okoljskih in energetskih problemov, saj je treba upoštevati več med seboj povezanih dejavnikov, ki vplivajo na tak tehnološki razvoj. Obstoječe rešitve v proizvodnji električnih vozil še niso v celoti optimalne. Še posebej proizvodnja baterij ter uporaba fosilnih goriv za pridobivanje električne energije pomembno obremenjujeta okolje in posredno vplivata na ogljični odtis.

Analiza pokaže, da avtomobilska industrija ter proizvajalci komponent, tudi baterij, vlagajo veliko sredstev v razvoj. Zato lahko pričakujemo rešitve, ki bodo vse hitreje omogočile učinkovitejši in cenejši električni avtomobil. Razvoj in uporabo električnih vozil spodbujajo številne države; Evropska unija uvaja na eni strani niz spodbud za razvoj in uporabo električnih avtomobilov, na drugi strani pa vse več omejitev za »klasične« avtomobile.

Veliko število držav vlaga v alternativne vire energije, kar pomeni, da bo postopoma tudi elektrika vse čistejša in premog ne bo več njen glavni vir. Na ta način bodo postali električni avtomobili tudi prijaznejši do okolja.

KLJUČNE BESEDE

Električna vozila, litijske baterije, obnovljivi viri energije, motorji z notranjim izgorevanjem, varovanje okolja.

ABSTRACT

The basic hypothesis of the thesis is that the introduction of electrical vehicles is not a wholesome solution to environmental and energy problems, since it is necessary to consider many related factors, affecting such technological development. Current solutions are not yet optimal solutions for the environmental problems, since both the production, especially the production of batteries, but also their usage if based on fossil fuels as a source of electricity, have a significant environmental footprint.

Our analysis shows that the automobile industry and the component producers, especially batteries' manufacturers, invest significant amount of resources in research and development. Therefore, it can be expected new solutions, which will make electrical vehicles more efficient and less costly. The development and purchase of electric vehicles is supported by many state, and EU countries are on one hand providing subsidies, while on other introducing a set of restrictions related to »classical« vehicles on the other.

Many countries are investing in development of alternative sources of energy, suggesting that the production of electricity will be cleaner and that coal will not be the major source anymore. This means that electrical vehicles will become in fact much kinder to environment as well.

KEYWORDS

Electrical vehicles, lithium batteries, renewable sources of energy, internal combustion engines, environment protection.

KAZALO

1 UVOD	1
2 RAZVOJ ELEKTRIČNIH VOZIL	5
2.1 ZGODOVINA	5
2.2 PREDSTAVITEV RAZLIČNIH ELEKTRIČNIH VOZIL	7
2.3 TRENDI RAZVOJA ELEKTRIČNIH VOZIL	9
2.4 PODPORE DRŽAV RAZVOJU IN UPORABI ELEKTRIČNIH VOZIL	12
3 OKOLJSKE DILEME ELEKTRIČNIH VOZIL	14
3.1 PROIZVODNJA ELEKTRIČNIH VOZIL IN NJIHOVIH KOMPONENT	15
3.2 PRIDOBIVANJE IN PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	22
3.3 PROJEKCIJE GLEDE OKOLJU PRIJAZNIH, TRAJNOSTNIH ENERGETSKIH VIROV	24
4 RAZVOJ NA DRUGIH PODROČJIH	26
4.1. RAZVOJ NA PODROČJU MOTORJEV Z NOTRANJIM IZGOREVANJEM..	26
4.1.1 KAJ DELAJO POSAMEZNI VODILNI PROIZVAJALCI.....	29
4.1.2 DRUGE TEHNOLOŠKE REŠITVE	31
4.1.3 PRIHODNOST MOTORJEV ZA NOTRANJE IZGOREVANJE	32
4.2 SPREMEMBE NA PODROČJU PREVOZA LJUDI IN TOVORA	32
4.2.1 DELITEV AVTOMOBILOV (Carsharing)	32
4.2.2 NEKATERE DRUGE NOVOSTI	33
5 GLAVNE UGOTOVITVE IN SKLEPI	34
6. LITERATURA IN VIRI	36

KAZALO SLIK

Slika 1: Izpusti.....	2
Slika 2: Smog zaradi prometa – Kitajska.....	3
Slika 3: Izpusti »onesnaževal« zraka iz prometa, Slovenija, 2008-2014.....	4
Slika 4: Thomas Parker – prvi električni avto.....	6
Slika 5: The Reve Electric Car Company – REVA.....	6
Slika 6: Tipi EV.....	9
Slika 7: Projekcije prodaje EV v Evropi.....	10
Slika 8: Delež elektronskih komponent v osebnih vozilih.....	11
Slika 9: Število novo registriranih EV	14
Slika 10: Pridobivanje litija	17
Slika 11: Uporaba litija v letu 2015	18
Slika 12: Tovarna Tesle.....	19
Slika 13: Rezerve kobalta.....	20
Slika 14: Proizvodnja kobalta	20
Slika 15: Investicije v proizvodnjo električne energije in omrežja po regijah in tipih naložb	23
Slika 16: Delež transporta v porabi električne energije	23
Slika 17: Delež obnovljivih virov v potrošnji goriv v transportu v državah EU.....	24
Slika 18: Proizvodnja obnovljivih virov energije v svetu v letu 2016.	25
Slika 19: Načrtovana poraba goriv v transportu	27
Slika 20: Dogovorjen plan znižanja izpustov EU.....	28
Slika 21: Vrste goriv	29
Slika 22: Izpust dušikovih oksidov treh preizkušenih avtomobilov	30

KRATICE IN AKRONIMI

ADAC	Algemeiner Deutscher Automobil Club
BEV	Baterijska električna vozila
CLEPA	Združenje evropskih avtomobilskih dobaviteljev
DRK	Demokratska republika Kongo
CO ₂	Ogljikov dioksid
EMPA	Švicarski laboratorij za raziskavo materialov
E-REV	Električna vozila s podaljšanim dometom
ERTRAC	European road transport research advisory council
EU	Evropska unija
EUR	Euro
EV	Električna vozila
GJ	Giga joule
HCl	Kloro vodikova kislina
HEV	Hibridna električna vozila
IEA	Mednarodna agencija za energijo
IPCC	Medvladni forum za podnebne spremembe
Kg	Kilogram
Km	Kilometer
kW	Kilovat
kWh	Kilovatna ura
L	Liter
MJ	Mega joule
Mlrd	Milijarda
MNZ	Motorji z notranjim izgorevanjem
NCA	Nikelj kobalt aluminij
Nm	Newton meter
NMC	Litij nikelj mangan kobaltov oksid
NO _x	Dušikov oksid
Npr	Na primer
OVE	Obnovljivi viri energije
PHEV	Priključno hibridna električna vozila
RDE	Real driving emission
SRC	Selektivno redukcijski katalizator
SRIP	Strateška razvojno-inovacijska partnerstva
t.i.	Tako imenovani
TGP	Toplogredni plini
USD	Ameriški dolar

Wh/kg	Vatna ura na kilogram – Specifična energija
Wh/l	Vatna ura na liter – Specifična gostota

1 UVOD

Podnebne spremembe predstavljajo eno najresnejših težav človeštva. V preteklosti se je podnebje spreminjalo zaradi naravnih vplivov, ki vključujejo spremembe sončnega sevanja, vulkanske izbruhe in podobno. Glavnino sprememb v zadnjih desetletjih pa lahko pripišemo človekovemu delovanju. Predvsem s porabo fosilnih goriv in uničevanjem ter krčenjem gozdov prispevamo k naraščanju koncentracije toplogrednih plinov v ozračju. Nekatere posledice podnebnih sprememb so vidne že danes, mdr. so to skrajne vremenske razmere (naravne katastrofe povezane z vremenom), višanje gladine morja, taljenje ledenikov, ogroženost živalskih in rastlinskih vrst¹.

Glavni viri onesnaževanja zraka, ki ga povzroča človek, so:

- izgorevanje goriv ob proizvodnji električne energije, v prometu, v industriji in v gospodinjstvih,
- industrijski procesi in uporaba topil (na primer v kemični in nekovinski industriji),
- kmetijstvo in
- obdelava odpadkov.

Eden od najbolj problematičnih toplogrednih plinov je ogljikov dioksid (CO₂), ki se najpogosteje sprošča pri vsakodnevnih dejavnostih človeka. Ta plin povzroča 63 % globalnega segrevanja, ki je posledica človekovega vpliva. Sedaj ga je v ozračju 40 % več, kot ga je bilo na začetku industrijske dobe. Pri drugih toplogrednih plinih so količine izpustov sicer manjše, a ti plini močneje zadržujejo toploto kot CO₂, nekateri med njimi tudi tisočkrat močneje. Tako metan povzroča 19 % globalnega segrevanja, dušikov oksid 6 %.

¹ <https://www.gornji-grad.si/?q=content/podnebne-spremembe-so-velik-problem-love-tva>



Slika 1: Izpusti

Vir: https://ec.europa.eu/clima/change/causes_sl

Povprečna globalna temperatura ozračja je zdaj za 0,85 ° C višja, kot je bila ob koncu 19. stoletja. Po ugotovitvah vodilnih podnebnih strokovnjakov so človekove dejavnosti skoraj zagotovo glavni vzrok segrevanja podnebja, ki ga lahko spremljamo od sredine 20. stoletja. Primerjajoč s temperaturo v predindustrijski dobi, se lahko sedanja temperatura ozračja dvigne za največ 2 °C. Če bomo to najvišjo zgornjo mejo presegli, nam po mnenju znanstvenikov grozijo nevarne in verjetno katastrofalne spremembe globalnega okolja. Mednarodna skupnost se je zato dogovorila, da je treba segrevanje ozračja zadržati pod 2 °C.² Žal pa najnovejše poročilo IPCC (2018) ugotavlja, da mora biti cilj še nižji – 1,5 °C, saj se negativni učinki podnebnih sprememb kažejo hitreje, kot so pričakovali v predhodnih poročilih IPCC.

Promet, zlasti še promet osebnih in tovornih vozil, je eden glavnih povzročiteljev podnebnih sprememb. Prav promet je področje, za katerega je od leta 1990 dalje značilna najintenzivnejša rast izpustov toplogrednih plinov.

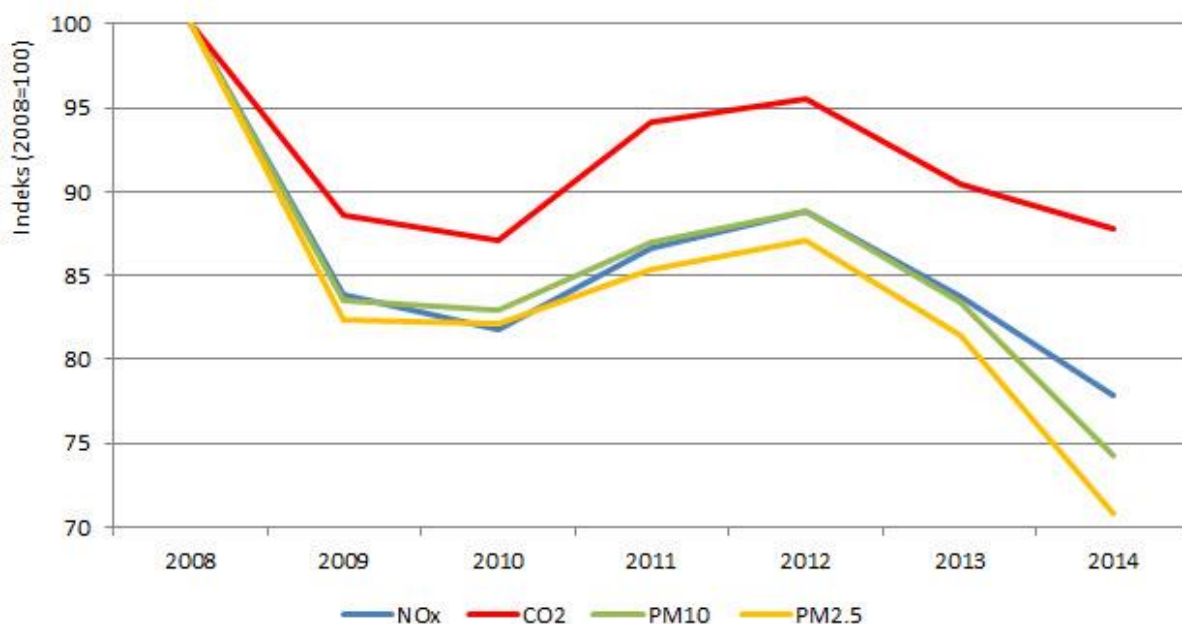
² https://ec.europa.eu/clima/change/causes_sl



Slika 2: Smog zaradi prometa – Kitajska

Vir: <https://www.autoevolution.com/news/smog-alert-in-northern-china-cuts-traffic-and-reduces-output-in-700-factories-113865.html>

Tako so se na primer med leti 1986 in 2014 izpusti toplogrednih plinov (TPG) iz prometne aktivnosti, v Sloveniji, povečali za 166 %. Podobno velja tudi za Evropsko unijo (EU), kjer so izpusti TGP, po znižanju poprejšnjem znižanju, v obdobju 2008–2013 znova narasli; v obdobju 1990–2014 so narasli celo za 13 %. Glavni vir TGP je večinoma cestni promet, ki prispeva kar 99 % vseh izpustov TGP.



Slika 3: Izpusti »onesnaževal« zrak iz prometa, Slovenija, 2008–2014

Vir: <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/izpusti-onesnazeval-zraka-iz-prometa-5>

Zaradi tega se države trudijo na različne načine znižati izpuste. To počnejo delno z omejevanjem izpustov, delno pa s spodbujanjem razvoja alternativnih goriv in alternativnih pogonskih sredstev. »Načrt za prehod na konkurenčno gospodarstvo z nizkimi emisijami ogljika do leta 2050«,³ ki ga je sprejela EU, za izpuste TGP iz prometa določa naslednji cilj:

- zmanjšanje izpustov TGP iz prometa za 20 % do leta 2030, glede na vrednosti v letu 2008, ter zmanjšanje najmanj za 60 % do leta 2050 (glede na vrednosti v letu 1990).

Operativni program ukrepov zmanjševanja izpustov toplogrednih plinov do leta 2020 predvideva zmanjšanje izpustov TGP iz prometa za 9 % do leta 2020, glede na izpuste v letu 2008. Dolgoročni cilj pa je zmanjšanje izpustov iz tega sektorja do leta 2050, najmanj za polovico.

³ EC, 2011: COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050; /* COM/2011/0112 final */; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52011DC0112>

Danes se veliko govori o uvajanju električnih vozil, ki naj bi bila okolju bolj prijazna in bi lahko pripomogla k zmanjševanju izpustov CO₂ v ozračje. Posledično vsa večja avtomobilska podjetja vlagajo vse več sredstev v raziskave in razvoj na tem področju. Pri tem se zastavlja vprašanje, ali je električni pogon okoljsko in energetsko toliko bolj učinkovit že sam po sebi ali pa morda tudi obstajajo v povezavi z njim kakšni problemi, ki jih še ne poznamo dovolj. S tem mislim predvsem na vprašanje pridobivanja električne energije iz neobnovljivih virov (npr. premog) ter na vprašanje proizvodnje in (ne)recikliranja baterij. Na drugi strani pa se veliko novosti uvaja tudi na področju motorjev z notranjim izgorevanjem, ki postajajo vse bolj učinkoviti in okolju prijazni. Kljub rasti trga električnih vozil, pa lahko bližnje- in srednjeročno pričakujemo nove tržne priložnosti na področju motorjev z notranjim izgorevanjem.

V nalogi bom prikazal razvoj električnih vozil in dileme, ki jih ta razvoj odpira. Analiziral bom vprašanja, ki se porajajo pri proizvodnji baterij za električne avtomobile in pri njihovem recikliranju, kar je eden od večjih tehnološko še nerešenih problemov. Prav tako bom poskušal osvetliti področje pridobivanja električne energije in ugotoviti, kako daleč smo pri uvajanju alternativnih, obnovljivih virov energije. V nalogi bom tudi pokazal, v kakšni meri bo načrtovan tehnološki razvoj motorjev z notranjem izgorevanjem uspel rešiti okoljska vprašanja glede izpustov in tako ohranjal cenovno prednost pred električnimi vozili.

Osnovna hipoteza, ki jo bom preverjal v diplomskem delu, je:

»Elektrifikacija vozil ni nujno enoznačna rešitev okoljskih in energetskih problemov, saj je treba upoštevati več med seboj povezanih dejavnikov, ki vplivajo na tak tehnološki razvoj.«

2 RAZVOJ ELEKTRIČNIH VOZIL

2.1 ZGODOVINA

Čeprav se običajno meni, da so električni avtomobili novost, so se akumulatorski avtomobili v zgodovini pojavili celo pred bencinskimi in dizelskimi. Leta 1828 je Madžar Anyos Jedlik izumil elektromotor s komutacijo in navitji, Gaston Plante pa je leta 1859 izdelal prvi svinčeni akumulator. Za primerjavo: prvi štiriktaktni motor je bil patentiran leta 1876, prvi uporabni dvotaktni motor je Benz izumil leta 1879, prvi dizelski motor pa so izumili leta 1892. Že leta 1884 je Thomas Parker, britanski izumitelj, izdelal prvi uporabni električni avtomobil. Po nekaterih podatkih je ob koncu 19. stoletja v razvitih državah vozilo več električnih vozil kot bencinskih: takrat so motorji na notranje izgorevanje veljali za nezanesljive in hrupne (Akalaj in drugi, 2018)



Slika 4: Thomas Parker-prvi električni avto

Vir: <https://historycollection.co/thomas-parker-invented-first-electric-car-1884/>

Napredek na področju bencinskih in dizelskih motorjev je prehitel uporabo električnih avtomobilov. S krepitvijo naftnih lobijev so se le-ti morali umakniti prevoznim sredstvom na pogon z notranjim izgorevanjem.

Okoljevarstveni pritiski ter energetske krize so prisilili proizvajalce, da začnejo razmišljati o novejših tehnologijah. Prvi komercialni korak v smer električnih vozil (EV) je storilo indijsko-ameriško podjetje The Reve Electric Car Company, ki je leta 2001 predstavilo majhno EV REVA, z dosegom 80 kilometrov⁴.



Slika 5: The Reve Electric Car Company – REVA

Vir: <https://en.wikipedia.org/wiki/REVAi>

⁴ <https://dk.um.si/Dokument.php?id=71397>

Vse ostrejšje okoljevarstvene zahteve so pripomogle k temu, da danes vsi večji proizvajalci vozil vlagajo pomembne zneske v razvoj EV. Prav tako tudi države (na različne načine) spodbujajo razvoj vozil na električni pogon in vlagajo v razvoj ustrezne infrastrukture.

2.2 PREDSTAVITEV RAZLIČNIH ELEKTRIČNIH VOZIL

a. Hibridni avtomobili (HEV – hibridna električna vozila)

Hibridni avtomobili so vozila, ki uporabljajo standardni motor z notranjim izgorevanjem in elektromotor. Hibridi pridobijo največ moči iz motorja z notranjim izgorevanjem. Če je treba, lahko elektromotor prispeva dodatno moč. Energija za elektromotor nastaja med vožnjo avtomobila in se nato shranjuje v baterijah. Hibridna vozila za delovanje elektromotorja ne potrebujejo polnjenja iz zunanjega vira električne energije. Elektromotor deluje tudi kot generator, ki pretvarja energijo iz regenerativnega zaviranja in jo shranjuje v bateriji⁵.

Eden od najbolj razširjenih modelov hibridnega avtomobila je Toyota Prius, ki je že leta 2000 veljala za najbolj ekološko prijazen avto. Prius je odprl vrata novim tehnologijam in pokazal, da obstaja dovolj veliko zanimanje za ekološko čiste avtomobile. Posledično so v razvoj podobnih vozil začela vlagati tudi druga podjetja.

b. Plug-In hibridni avtomobili (PHEV – plug-in hibridna električna vozila)

Plug-in hibridi delujejo na podoben način kot hibridna vozila. Za razliko od hibridov, plug-in hibrid največ moči črpa iz elektromotorja. Plug-in vozila baterijo polnijo preko zunanjega vira napajanja, vtičnice. Ko se baterija med vožnjo izprazni, vlogo primarnega vira energije in pogona prevzame motor z notranjim izgorevanjem. Pri HEV elektromotor pomaga običajnemu motorju, pri PHEV pa je obratno. PHEV način je zato bolj prijazen do okolja. Čeprav imajo PHEV vozila (primerjaje z električnimi vozili) manjši vpliv na čisto okolje, imajo PHEV avtomobili zelo pomembno vlogo pri premeščanju tehnologije iz avtomobila z motorjem z notranjim izgorevanjem na električne avtomobile⁶.

c. Električna vozila s podaljšanim dosegom (E-REV extended range electric vehicle)/Voltec tehnologija

V praksi se električna vozila s podaljšanim dosegom (E-REV) razlikujejo od hibridov in plug-in hibridov, saj jih vedno poganja elektromotor. Tako tehnologijo pogonskega

⁵ <https://sl.lemo-project.eu/education/electric-vehicles/>

⁶ <https://sl.lemo-project.eu/education/electric-vehicles/>

sistema na primer uporabljata Opel Ampera in Chevrolet Volt. Avtomobila se lahko polnita v vsakem gospodinjstvu, prek vtičnice 230 V. Energija je shranjena v 16 kWh litij-ionski bateriji, v obliki črke T. Baterija napaja električni generator, ki omogoča popolno delovanje, hitrost in pospeške vozila, v razdalji med 40 in 80 kilometri.

Takšno vozilo za daljše razdalje, npr. več kot 500 km, uporablja bencinski motor razširjenega obsega. Tak motor ustvarja dodatno električno energijo, ki je potrebna za pogon električnega generatorja in posledično delovanje vozila.

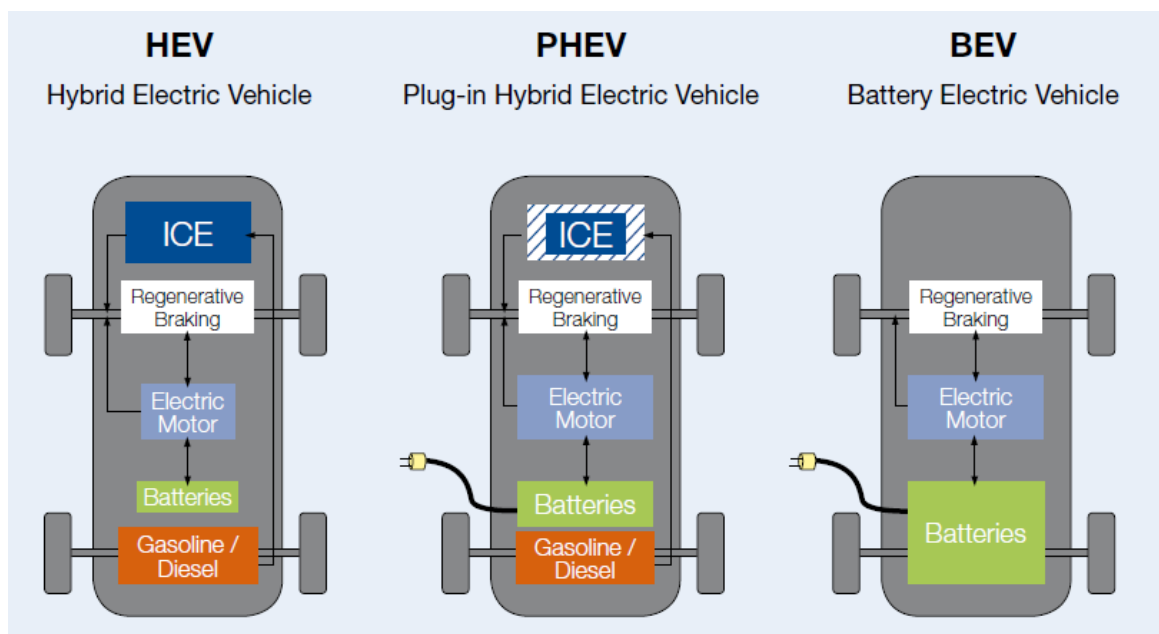
d. 100 % električni avtomobili (EV – električna vozila)

Električni avtomobili nimajo motorja z notranjim izgorevanjem in klasičnega rezervoarja, ampak imajo elektromotor in baterijo. Elektromotor zaradi linearnega pospeška zagotavlja hitrejši pospešek, kar pomeni, da večina električnih avtomobilov pospešuje od 0 do 100 km/h hitreje, kot to uspejo avtomobili z bencinskimi motorji.

Indukcijski motor (AC asinhronski motor) je najpogostejši model elektromotorja, predvsem zaradi svoje preproste zasnove in nizkih proizvodnih stroškov. Pomemben tehnološki dosežek je tudi delovanje njegovega zavornega sistema, ki je zasnovan tako, da se zavorna energija med upočasnjevanjem shranjuje v baterijo (t. i. regenerativno zaviranje). To je uporabno zlasti v mestih, kjer je zaradi zastojev pogost način vožnje »ustavi–spelji«.

Električni avtomobili se lahko polnijo povsod, kjer je na voljo električna vtičnica. Trajanje polnjenja je odvisno od trenutne napolnjenosti baterije in sposobnosti polnjenja polnilne postaje. Na hitrih polnilnih postajah je avto lahko poln že v 30 minutah, na počasnih polnilnih postajah ali na domačih polnjenjih, pa je lahko čas polnjenja 6 do 8 ur. Se pa ti časi tako z razvojem baterij kot z boljšimi polnilnimi postajami krajšajo.

Primerjajoč s klasičnimi vozili imajo motorji v električnih vozilih manj mobilnih delov, kar pomeni, da so stroški vzdrževanja nižji. Nekatere druge prednosti električnih vozil, ki jih izpostavljajo ponudniki, so: manjša utrujenost voznika zaradi vožnje (zaradi avtomatskega menjalnika, nizkih vibracij in lažjega ter hitrejšega pospeška), motor ne povzroča hrupa, vozilo je okolju prijazno ipd.



Slika 6: Tipi EV

Vir: <http://www.solarjourneyusa.com/EVdistanceAnalysis2.php>

2.3 TRENDI RAZVOJA ELEKTRIČNIH VOZIL

Avtomobilski proizvajalci vozil ter njihovi dobavitelji posameznih delov vlagajo visoka sredstva v razvoj vozil na električni pogon in v doseganje njihove cenovne konkurenčnosti. To bo v naslednjih petih do desetih letih vodilo do opaznih sprememb v avtomobilskem portfelju, saj se avtomobilska industrija sooča z resnimi tehnološkimi izzivi, ki zahtevajo intenzivne raziskovalno-razvojne aktivnosti. Poglobljene analize o pričakovanih potrošnikih so namreč pokazale, da na uvajanje električnih vozil močno vplivajo naslednje spremenljivke (Akcijski načrt, 2017):

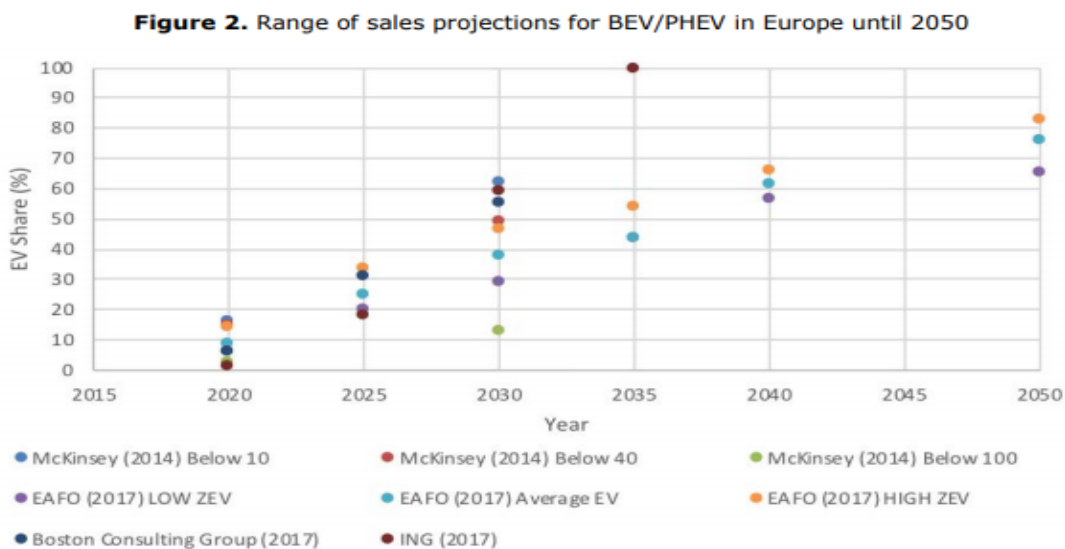
- cene avtomobilov morajo biti konkurenčne in na ravni vozil z motorjem z notranjim izgorevanjem;
- doseg električnih vozil, zanesljivost, varnost, trajnost in ponovna prodajna vrednost morajo biti podobni kot pri konvencionalnih vozilih;
- vozila morajo biti prilagojena za specifične načine uporabe;
- način uporabe in udobje (dostopnost, čas polnjenja in razmiki med posameznimi polnjenji, udobje za potnika, domot) naj bi bila podobna ali boljša kot pri konvencionalnih vozilih;
- parkiranje naj bi bilo udobno in mogoče ob polnilnih postajah.

Nekatere študije predlagajo dva scenarija uvajanja električnih vozil na trg:

- a) ob popolni podpori zakonodaje in pomembnih prebojih inovacij naj bi bilo do leta 2050 na trgu največ 70 % delež električnih vozil;
- b) ob počasnejšem razvoju in evoluciji električne mobilnosti naj bi bil delež električnih vozil do leta 2050 30 %.

Hkrati nekatere druge analize opozarjajo, da električna vozila ne bodo nikoli popolnoma nadomestila običajnih vozil (z enako univerzalnostjo, z običajnim dosegom do 1000 km in ponovnim polnjenjem v manj kot 5 minutah). Svoboda individualne mobilnosti bo v veliki meri vplivala na hitrost prodora električnih vozil, ki imajo trenutno doseg do 250 km (v določenih primerih tudi do približno 400 km); čas polnjenja na hitrih polnilnicah pa (ob običajni polnilni moči) ni krajši od 30 min⁷.

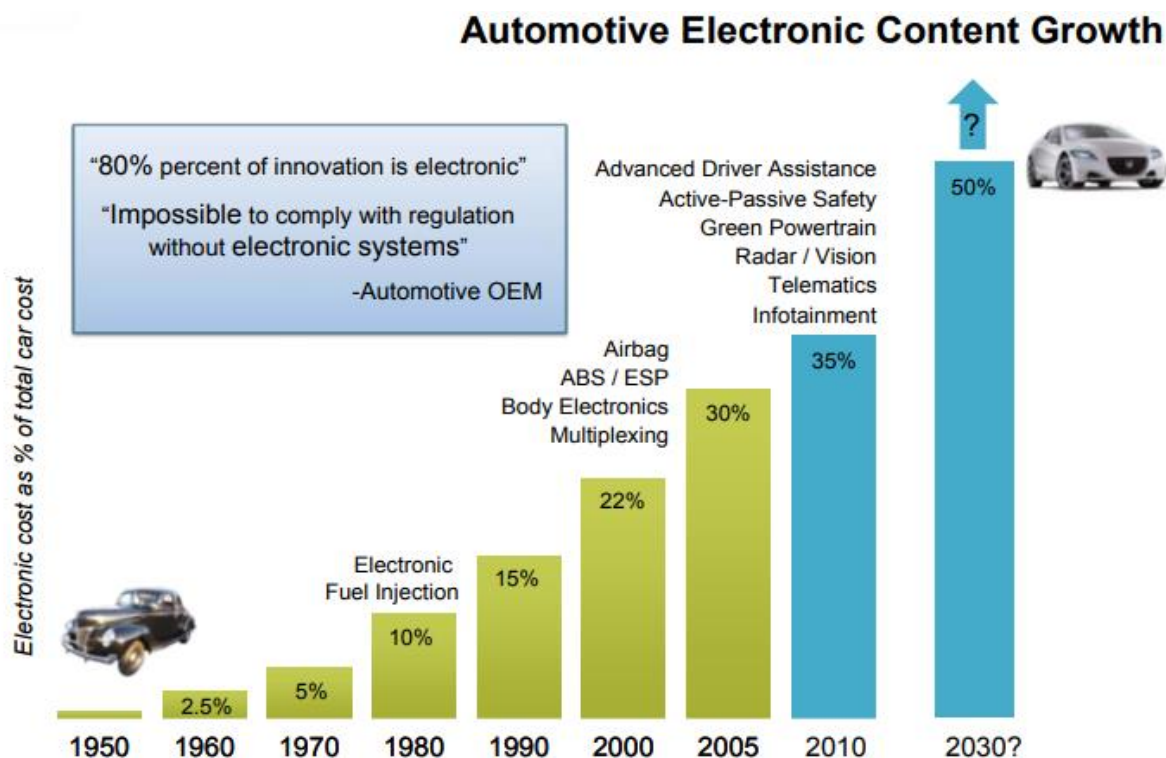
Projekcije razširjenosti električnih vozil so zelo različne. Svetovalna podjetja, ki so analizirala prodor EV na evropski trg, napovedujejo, da bo leta 2050 na evropskem trgu 65–85 % električnih vozil.



Slika 7: Projekcije prodaje EV v Evropi
Vir: JRC, 2017

Ključnega pomena za razvoj elektromobilnosti je razvoj ustreznih elektronskih komponent, saj je kar 80 % vseh inovacij v vozilih povezanih z elektroniko. Brez uporabe le-te je tudi popolnoma nemogoče zagotoviti skladnost z uredbami, povezanimi z varovanjem okolja (Akcijski načrt, 2017).

⁷ <https://www.tesla.com/charging>



Slika 8: Delež elektronskih komponent v osebnih vozilih

Vir: Akcijski načrt, 2017

Po ocenah različnih svetovalnih podjetij se bo trg elektronskih pretvornikov za električna in hibridna vozila med leti 2013 in 2023 povečal iz 10 milijard USD na 18 milijard USD. Leta 2015 je bilo v uporabo predanih 3,47 milijard enot avtomobilskih električnih motorjev. Predvidena rast prodaje električnih motorjev je med 5 in 9 %. Področje baterij ima po trenutnih ocenah tržni potencial med 10 in 30 milijard €; na področju opreme za avtomobilске baterije je tržni potencial med 3 in 8 milijardami €. Predvidevamo lahko, da bo cena avtomobilskih baterij še naprej padala, njihova energijska gostota pa še naprej rasla. Po ocenah bo cena baterij do 2020 padla s trenutnih 250 USD/kWh pod 150 USD/kWh, energijska gostota pa bo v istem obdobju zrasla s trenutnih 400 Wh/l na 700 Wh/l (Akcijski načrt, 2017).

Vodilni vlagatelji po višini izdatkov v svetu na področju električnih avtomobilov so nemški avtomobilski proizvajalci. Volkswagen, Daimler in BMW so v minulih letih po lastnih navedbah za to področje namenili skupno 4,7 milijarde €. Volkswagen je tako napovedal, da bo električne avtomobile do konca leta 2022 izdeloval v 16 tovarnah po vsem svetu. Ambiciozni so tudi pri BMW, kjer napovedujejo, da bo na cestah do konca leta 2019 pol milijona njihovih električnih avtomobilov. Pomen električne mobilnosti za zeleno prihodnost že nekaj časa prav tako izpostavljajo pri Mercedes-Benzu oz. v njegovi matični družbi Daimler⁸. Na drugi strani so ameriški proizvajalci

⁸ <https://svetkapitala.delo.si/aktualno/za-razvoj-elektricnih-avtomobilov-najvec-namenijo-nemski-proizvajalci-5218>

po ugotovitvah študije svetovalne družbe Ernst&Young v minulih dveh letih (2015–2017) za električno mobilnost namenili 335 milijonov €, japonski pa vsega 19 milijonov €.

2.4 PODPORE DRŽAV RAZVOJU IN UPORABI ELEKTRIČNIH VOZIL

Številne države na različne načine podpirajo razvoj električnih vozil. Podpore zajemajo neposredne subvencije potrošnikom, sofinanciranje tehnološkega razvoja prek davčnih olajšav za naložbe v raziskave in razvoj, neposredno financiranje izdatkov za raziskave v zasebnem ali javnem sektorju ter investiranje v razvoj infrastrukture, prilagojene za električna vozila (npr. polnilnice).

Med državami, ki beležijo izjemno hiter napredek na področju uvajanja električnih vozil, izstopa Kitajska. Že leta 2001 so zagnali projekt imenovan »863 EV Project«, ki je Kitajsko popeljal na vodilno mesto v industriji vozil na alternativni pogon. Vse do leta 2017 so lahko potencialni kupci izkoristili vladne iniciative v vrednosti do 15.000 USD za posamezno električno vozilo. V letu 2018 se je država odločila za spremembe sistema podpore. Ta zdaj največ sredstev namenja za vozila večjih dosegov. Npr.: za nabavo električnih vozil, katerih doseg baterije je večji od 400 kilometrov, se je podpora povečala za 13 % .

Subvencij za električna vozila ne daje le država, ampak tudi številna mesta. Večina lokalnih občin ponuja od 15 do 50 % dodatka na obstoječe subvencije centralne kitajske vlade, ki znašajo med 3.000 in 6.600 dolarjev na vozilo. Subvencija za nakup EV z dometom okoli 250 kilometrov ali več znaša okoli 10.000 USD.

Poleg spodbujanja nakupov se povečuje tudi proizvodnja električnih vozil. Ta je bila v prvi polovici leta 2018 za 114 % višja v primerjavi z enakim obdobjem v letu 2017. Kar 50 % vseh priključnih električnih vozil na svetu je bilo prodanih na Kitajskem. Državi pripada tudi 70-odstotni delež drugih komercialnih vozil.

Do sredine leta 2018 je kitajska vlada, primerjaje s sredino leta 2017, v proizvodnjo EV vložila sedemkrat več kot Evropa. Po javnih poročilih je Kitajska investirala več kot 21,7 milijard €, EU pa »le« 3,2 milijarde⁹.

Čeprav manj intenzivno kot Kitajska, se tudi EU, v okviru strategije za zmanjšanje izpustov, aktivno vključuje v promocijo EV. Večina evropskih držav ponuja spodbude za nakup električnih vozil. V Avstriji in Nemčiji so kupci oproščeni določenih dajatev ali pa deležni nižjih davkov; Francija in Velika Britanija voznikom ob nakupu EV nudita številne ugodnosti v obliki premij in dodatnih obrokov za plačila davkov. Večina vlad podpira preusmerjanje avtomobilske industrije v okolje prijaznejša vozila, kar se kaže

⁹ <https://e-vozila.si/eu-kitajska-elektricni-avtomobili-2018/>

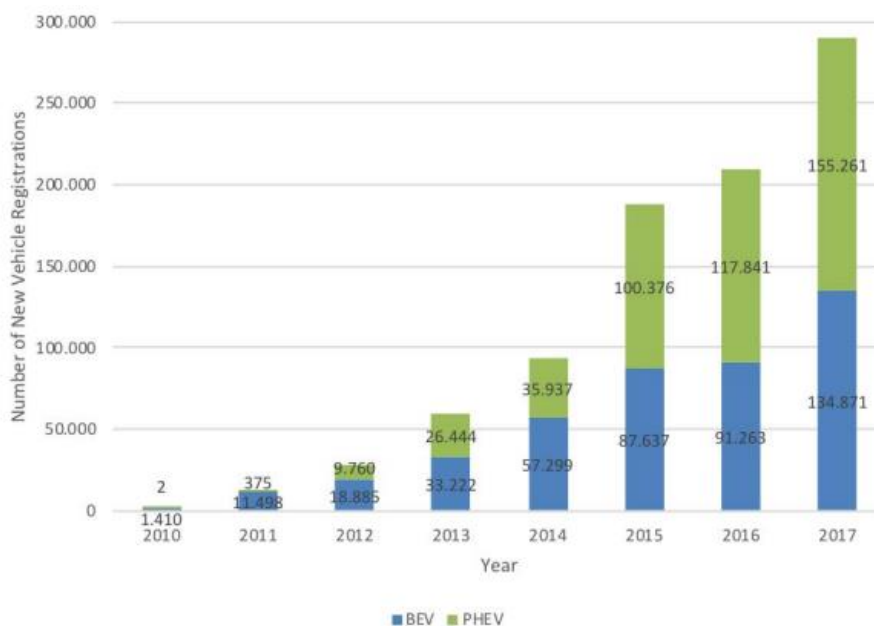
tudi v skupni politiki na ravni Evropske unije. Spodnja tabela prikazuje različne tipe spodbud, ki jih uporabljajo države:

TABELA 1: VRSTE SPODBUD ZA EV

VPLIV NA	VRSTA PODPORE
Nakup	Davčna olajšava ali oprostitvev, nakupna premija, taksa na avtomobilsko onesnaževanje.
Letni davek ali taksa	Zmanjšanje davka ali oprostitvev.
Prednostni dostop	Dovoljena vožnja po delu vozišča namenjenega avtobusom, neplačevanje okoljskih dajatev, znižane ali ukinjene cestnine in/ali parkirnine.
Polnjenje	Zagotavljanje javnih polnilnic, brezplačno polnjenje.
Raziskave in razvoj	Podpora raziskovalno-razvojnim projektom.

Vir: Thiel in drugi, 2015

Da spodbude delujejo, potrjuje tudi povečevanje števila registracij EV v EU (glej spodnja slika).



Slika 9: Število novo registriranih EV
Vir: JRC, 2017

Tudi Slovenija podpira nakup EV in hibridnih vozil, in sicer¹⁰:

- nakup novega/testnega vozila na električni pogon;
- nakup novega/testnega priključnega hibridnega vozila (plug-in) ali nakup novega/testnega vozila na električni pogon s podaljševalnikom dosega (range extender);
- predelavo vozila v električno vozilo, tako da bo serijsko vgrajeni motor na notranje izgorevanje nadomeščen s pogonskim elektromotorjem.

Posameznik lahko dobi nepovratna sredstva do 4.500 € ali ugoden kredit do 40.000 €, ki ju nudi Ekosklad.

3 OKOLJSKE DILEME ELEKTRIČNIH VOZIL

Razvoj EV je pogojen s prepričanji, da je električna kot pogonsko gorivo okolju bistveno bolj prijazna kot fosilna goriva. Analiza proizvodnje električnih vozil ter uporaba elektrike kot pogonskega goriva odpirata niz vprašanj o dejanski okoljski učinkovitosti

¹⁰ <https://www.ekosklad.si/cms/tinyMCE/upload/RD/62SUB-EVOB18/Pogosto%20zastavljena%20vprašanja%2062SUB.pdf>

EV, sploh če vključimo v izračun vse okoljske stroške: od proizvodnje EV, vključno s komponentami, kjer še posebej izpostavimo stroške izdelave in recikliranja baterij, do okoljskih stroškov elektrike kot pogonskega goriva. Dejstvo sicer je, da je uporaba EV zaradi ukinjanja izpustov, ki nastajajo pri uporabi motorjev z notranjim izgorevanjem, okolju prijaznejša. A to je le eden od dejavnikov, ki jih moramo upoštevati.

Eno od primerjav klasičnega in električnega vozila, ki jo navaja revija Monitor, je opravil švicarski laboratorij za raziskave materialov (EMPA), leta 2010. Za primerjavo so izbrali VW Golfu podoben električen avtomobil, z dosegom 200 km, življenjsko dobo 240.000 km (potem je treba baterijski paket zamenjati), 300 kg baterij in porabo 17 kWh/100 km (to bi ustrezalo približno 1,9 l bencina/100 km), ter konvencionalen bencinski avtomobil s porabo 5,2 l/100 km in izpusti 0,12 kg CO₂ na km.

Ugotovili so, da glavnino posledic (pri obeh tipih vozila) za okolje predstavlja njuna uporaba – vožnja. Pri električnih vozilih je bilo 60 % odtisa posledica uporabe (vožnje), pri konvencionalnih pa je ta delež znašal okoli 75 %. V proizvodnji EV ima največji delež v okoljskem odtisu proizvodnja litij-ionskih baterij, kar predstavlja 15-odstoten delež v okoljskem odtisu v času celotne življenjske dobe vozila. Zato je izjemnega pomena delež okolju prijaznih virov električne energije.

3.1 PROIZVODNJA ELEKTRIČNIH VOZIL IN NJIHOVIH KOMPONENT

Eden od ključnih delov EV je baterija, ki zagotavlja energijo. Baterije za električna vozila spadajo v družino akumulatorjev, torej baterij, ki jih lahko ponovno napolnimo. Tu srečamo pojem »specifična energija«. Specifična energija, ki jo izrazimo z enoto vatna ura na kilogram (Wh/kg), nam pove, koliko električne energije v vatnih urah lahko akumulator shrani na kilogram svoje mase. Pri svinčeni bateriji je to 'skromnih' 40 Wh/kg. Električen avto s takšno baterijo bi bil zelo težek in imel bi kratek doseg. Zato v električnih vozilih prevladujejo litij-ionski akumulatorji, ki temeljijo na hibridnih katodnih mešanicah, ki vsebujejo različne kovine: na primer litij-nikelj-mangan-kobaltov oksid LiNiMnCoO₂ (NMC). Litij-ionska baterija je vrsta polnilne baterije, pri kateri se, med praznjenjem, ioni premikajo od negativne elektrode k pozitivni in obratno. Polnilne litijeve baterije uporabljajo interkalirani (angl. intercalation) litij v elektrodah. Ker je litij ena najlažjih kovin, imajo litijeve baterije majhno težo. Ena največjih prednosti Li-ion baterij je zelo visoka gostota energije. Izredno dobro akumulirajo električno energijo, saj ima vsaka celica, v primerjavi z ostalimi tehnologijami, trikratno napetost¹¹.

In kako se odreže baterija v primerjavi z bencinskim motorjem? Bencin ima približno 47 MJ energije na kilogram, izkoristek bencinskega motorja v avtomobilih pa je okrog

¹¹ <http://faq.akumulator.si/index.aspx?category=17&id=116>

30-odstoten. Poln rezervoar (50 litrov oziroma 38 kilogramov) ima okrog 1,8 GJ energije, od katere jo za prevoz koristno uporabimo 530 MJ. In s tem se lahko po avtocesti peljemo kakšnih 700 kilometrov.

Za primerjavo pogledimo izkoristek električnega motorja v Teslinih vozilih, ki je okrog 80-odstoten. Če bi želeli prevoziti enako razdaljo, bi potrebovali v baterijah 660 MJ energije. Tesla S ima v najmočnejšem modelu (90 kWh) 7616 baterij NCA 18650, ki shranijo 324 MJ energije. S tem lahko naredimo okrog 400 kilometrov. Ta baterijski paket tehta 540 kilogramov. Tesline baterije stanejo okrog 70 dolarjev na MJ, torej približno 20.000 dolarjev, in bi morale zdržati okrog deset let. V tem času izgubijo med tretjino in polovico svoje zmogljivosti. Upoštevati pa moramo tudi dejstvo, da se v razvoju baterij vlagajo velika sredstva, kar vodi tako do zniževanja cene kot povečevanja kapacitet.

O ogljičnem odtisu proizvodnje baterij obstaja več različnih trditev. Prej smo omenili izračun švicarskega svetovalnega podjetja, ki je ocenilo, da proizvodnja baterije povzroči zgolj 15 % okoljskih stroškov v celotnem obdobju EV. Po drugi strani pa je Andreas Radics, vodilni mož svetovalnega podjetja, ki sodeluje s številnimi proizvajalci, tudi BMW-jem, izjavil, da sama proizvodnja baterije povzroči za 74 % več izpusta CO₂, kot ga proizvede proizvodnja celotnega konvencionalnega avtomobila, v sicer neprijazni tovarni na fosilna goriva¹².

Z razmahom proizvodnje EV raste tudi potreba po surovinah za baterije. S povečevanjem svetovne prodaje EV, se povečuje tudi povpraševanje po litijsko-ionskih baterijah: napovedana naj bi bila 19 % rast letno¹³. Litij je v naravi redek vir, ki ga bo, ob rastočem povpraševanju po električnih vozilih, težko zagotavljati. Največji pridelovalci litija so Čile, Avstralija in Argentina; iz teh držav pridobimo skupaj okoli 90 % vsega litija. Danes se približno 80 odstotkov litija pridobi iz slanic. V Latinski Ameriki, v tako imenovanem »Litijskem trikotniku«, ki zajema dele Argentine, Bolivije in Čila, je v podtalnih slanih jezerih več kot polovica svetovnih zalog. Hkrati so to področja, kjer je pomanjkanje vode visoko. Način »pridelave« litija pa je pogojen tudi z visoko porabo vode. Postopek namreč zahteva vrtanje v tla in črpanje slane, z minerali bogate tekočine na površje.

¹² <https://www.bmwblog.si/umazane-skrivnosti-cistih-elektricnih-vozil/>

¹³ <https://qz.com/1292202/china-now-effectively-controls-half-the-worlds-lithium-production/>

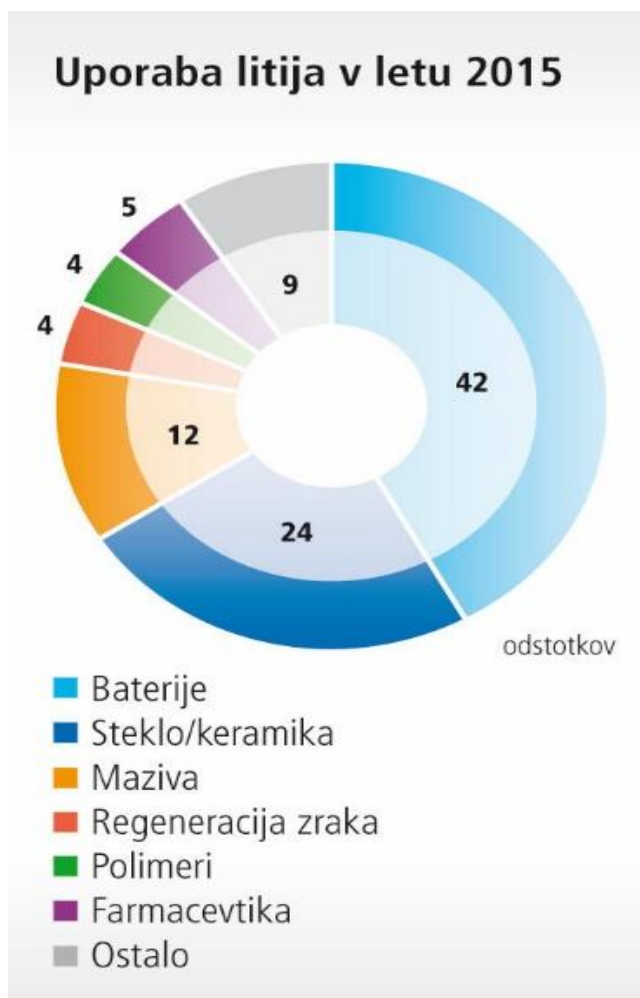


Slika 10: Pridobivanje litija

Vir: <https://www.wired.co.uk/article/lithium-batteries-environment-impact>

V bazenih, podobnih našim solinam, voda izhlapeva. S tem dobimo mešanico različnih soli (manganske, kalijeve, natrijeve in litijeve), ki se dodatno filtrira. Po 12 do 18 mesecih se izloči zadostna količina litij karbonata – belega zlata – primerne za komercialno uporabo. Postopek sam je poceni, a se pri njem porabijo ogromne količine vode: za tono litija se potrebuje kar 2 milijona litrov vode. Tako v čilenskem predelu Salar de Atacama »rudarjenje« litija porabi 65 % razpoložljive vode v regiji, kar močno vpliva na lokalne kmetije in jim zmanjšuje proizvodnjo¹⁴.

¹⁴ <https://www.wired.co.uk/article/lithium-batteries-environment-impact>

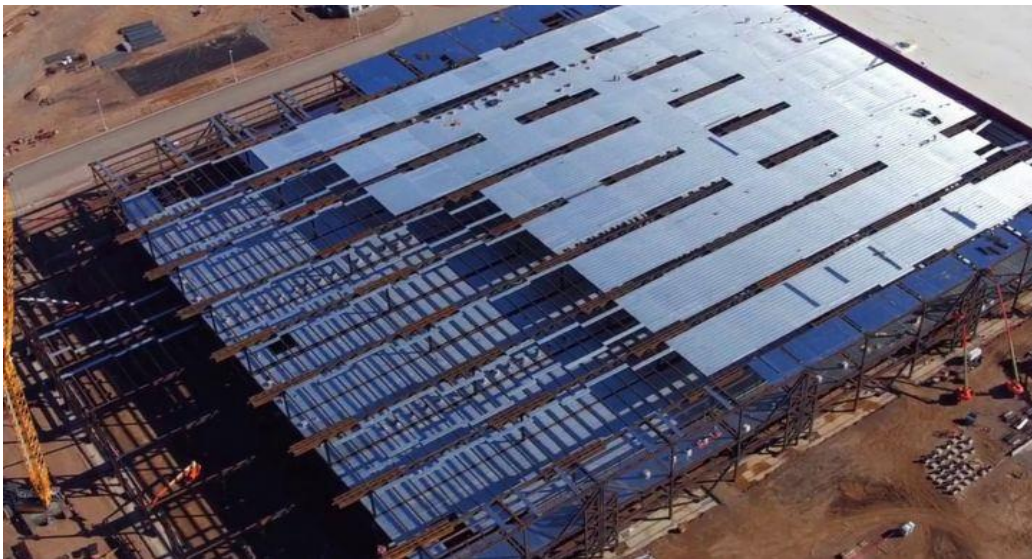


Slika 11: Uporaba litija v 2015

Vir: <https://www.monitor.si/clanek/litijevi-umazani-pomocniki/175027/>

Ko pridobimo litijev karbonat, imamo osnovno surovino za izdelavo baterij. Litij-ionskih baterij je več vrst, a te, ki se najpogosteje uporablja za električna vozila, so litij-ionske baterije, v katerih je katodni material litij-nikelj-kobalt-aluminijev oksid (LiNiCoAlO_2), anodni material pa grafit. Poleg teh elementov baterije v sledovih vsebujejo še kopicco drugih kovin.

Med najbolj spornimi je pridobivanja kobalta, saj ni litij-ionske baterije brez znatne količine kobalta. Skoraj 50 % vsega kobalta proizvedejo v Demokratični republiki Kongo (DRK), kjer kopljejo kobaltit (CoAsS), eritrit ($\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$) in skuterudit (CoAs_3). Amnesty International je januarja 2018 ponovno javno izpostavil izkoriščanje otrok za delo v rudnikih kobalta v DRK, kjer naj bi za dva dolarja na dan, brez ustrezne zaščitne opreme, v nečloveških razmerah po 12 ur na dan, delalo več kot 40.000 otrok. Prečiščeno kobaltovo rudo pošljejo na Kitajsko, tam jo predelajo v ustrezno surovino za izdelavo baterij.

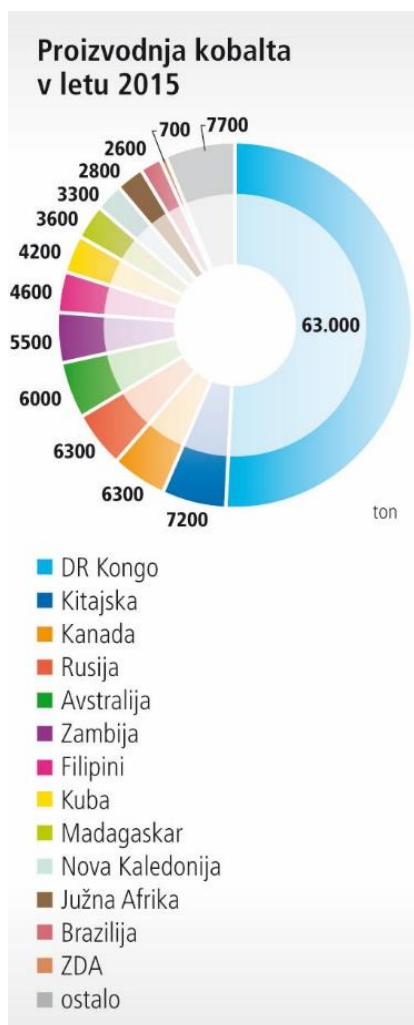


Slika 12: Tovarna Tesle

Vir: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/10-battery-gigafactories-are-now-in-progress-and-musk-may-add-4-more#gs.fZ5r2KA>

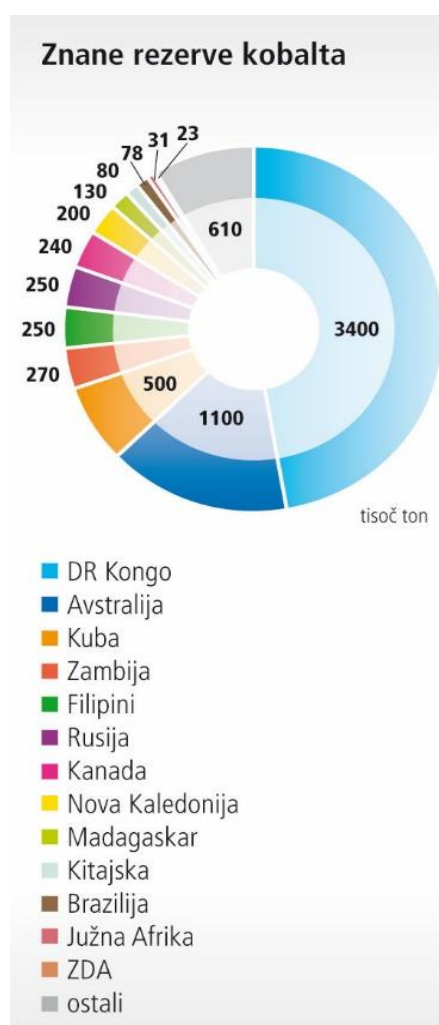
Amnesty International je stopil v stik s 16 multinacionalnimi podjetji, ki uporabljajo kobalt (med njimi Apple, Daimler, Dell, HP, LG, Microsoft, Samsung, Sony in Volkswagen) in so bile navedene v dokumentih glavnega izdelovalca kobalta, Huayou Cobalt. Večina jih ni mogla potrditi, od kod dobivajo kobalt za svoje izdelke. Kobalt iz DRK prav tako ni uvrščen na ameriški seznam »konfliktnih rudnin«, na katerem so zlato, tantal, kositer in volfram, kar bi terjalo strožji nadzor nad izvorom kupljenega kobalta.

Pridobivanja kobalta ima tudi škodljivejše posledice za okolje od pridobivanja litija, saj za seboj pušča opustele rudnike, hkrati pa se pri njegovem čiščenju uporablja veliko energije in številne kemikalije, med njimi velike količine žveplove (VI) kisline, klorovodikove kisline (HCl), klora, amoniaka, vodikovega sulfida, natrijevega hidrogensulfida, apna itd. Trenutno je odkritih rezerv kobalta okrog sedem milijonov ton, od tega polovica v DRK. Letna proizvodnja kobalta je približno 100.000 ton. Nekatere črnooglede napovedi opozarjajo, da naj bi zaloge kobalta lahko v celoti pošle že do mejnika, ko bo izdelanih 300 milijonov električnih vozil, kar je skromen delež v primerjavi z dandanes na cesti vozečimi 1,2 milijarde (klasičnimi) avtomobili.



Slika 14: Proizvodnja kobalta

Vir: <https://www.monitor.si/clanek/litijevi-umazani-pomocniki/175027/>



Slika 13: Rezerve kobalta

Vir: <https://www.monitor.si/clanek/litijevi-umazani-pomocniki/175027/>

Pri uporabi baterij je pomemben dejavnik tudi njihovo recikliranje. Pri starejših baterijah, ki so uporabljale svinec, je bilo kar 96 % materiala v bateriji možno reciklirati. Prav tako jih je bilo mogoče ponovno napolniti in uporabiti. Tudi baterije na osnovi niklja, ki jih uporabljajo nekateri hibridi (npr. Toyota Prius), je mogoče reciklirati v podobnem obsegu.

Zgodba je drugačna pri litij-ionskih baterijah. Ko so litij-ionske baterije že preveč iztrošene za vožnjo, imajo še vedno približno 80 % napetosti, zato se jih še ne da reciklirati. Da pa se jih uporabiti za dodaten vir energije pri vetrni in sončni energiji. Zaradi še vedno relativno majhnega obsega uporabe električnih vozil tudi kapacitete za njihovo recikliranje še niso razvite. Maloštevilni obrati za recikliranje uporabljajo dva načina za njihovo recikliranje¹⁵. V primerih, ko so že brez napetosti, se jih

¹⁵ (<https://auto.howstuffworks.com/can-electric-car-batteries-be-recycled.htm>)

preprosto razgradi na njihove kovinske sestavne materiale: baker in jeklo, ki se ju da izločiti. V primeru, da še niso v celoti brez napetosti, se jih zamrzne s tekočim dušikom in nato razbije. Zaradi nizke temperature tekočega dušika baterija ne reagira in je njeno razstavljanje varno. Po tem se izloči še uporabne kovinske dele.

Nekaj recikliranega materiala iz baterij, kot so litij, kobalt, nikelj in mangan, najdemo že danes v novih baterijah. Dejstvo pa je, da so te količine v primerjavi z rastočim povpraševanjem majhne, še posebej količine litija. Naložbe v nove kapacitete za recikliranje ter rast cen litija in kobalta tako predstavljajo pomemben razlog za večje recikliranje.

Tudi na tem področju najhitreje napreduje Kitajska. Obstajajo ocene, da bo kar 66 % litij-ionskih baterij recikliranih na Kitajskem; še večji odstotek naj bi bil pri recikliranju baterij, ki imajo pomembnim deležem kobalta (76 %). Vse to pa naj bi prispevalo k rasti proizvodnje baterij.

Hkrati pa druge napovedi opozarjajo, da prav možnosti drugačne uporabe še neizpraznjenih baterij (npr. za vozila na hibridni pogon, kjer predstavljajo samo »back-up« vir energije) ne spodbujajo recikliranja. Zagotavljanje recikliranja je pomembno zaradi varovanja okolja, pa tudi z etičnega zornega kota: kot smo že omenili, se številni materiali, ki jih potrebujemo v baterijah, pridobivajo na človeku zelo neprijazen način, pogosto tudi z otroškim delom. Pridobivanje materialov, kot so nikelj, litij, mangan in grafitni ogljik, je povezano z onesnaževanjem, visoko porabo vode in drugimi okoljskimi in družbenimi problemi.

Z namenom, da se to področje uredi, so podjetja, države in nevladne organizacije oblikovale Svetovno zvezo za baterije¹⁶, ki naj bi skrbela za odgovorno proizvodnjo in ravnanje z baterijami. Osrednja naloga Zveze naj bi bila preprečevanje nečloveških pogojev za pridobivanje potrebnih mineralov (predvsem ukinitvev otroškega dela), zmanjševanje onesnaževanja ter spodbujanje recikliranja in inovacij za zeleno shranjevanje energije. Organizacija napoveduje kar dvanajstkratno povečanje proizvodnih kapacitet za baterije, glede na rastoče povpraševanje potrošnikov po baterijah, ne le za EV. Rast trga se ocenjuje na preko 100 milijard USD že do leta 2050¹⁷.

Področje baterij je pomembno tudi v raziskovalnem svetu. Raziskovalci testirajo različne materiale, iščejo optimalno konstrukcijo baterijskih celic, vse z željo oblikovati čim cenejšo, zanesljivo in okolju prijazno baterijo. Po oceni ene od vodilnih raziskovalnih organizacij Fraunhofer Institute se v kratkem ne pričakuje pomembnejšega prelomnega znanstvenega odkritja; delo je bolj usmerjeno v drobne izboljšave materialov, konstrukcije baterije in dela na ponovnem polnjenju baterij (hitrost), torej v optimizacijo obstoječe tehnologije. Prav čas, potreben za ponovno polnjenje baterij, je ena večjih ovir popularizaciji EV. Če se avto na bencinski pogon pripravi za pot (natoči) v nekaj minutah, je za polnjenje EV potrebnih nekaj ur. Dela

¹⁶ Global Battery Alliance; <https://www.weforum.org/projects/global-battery-alliance>

¹⁷ <https://waste-management-world.com/a/in-depth-lithium-battery-recycling-the-clean-energy-clean-up>

se tudi na zmanjševanju proizvodnih stroškov baterij ter bolj učinkovitih, varnih in ekoloških proizvodnih procesov. Na področju raziskav baterij so zelo aktivni tudi slovenski raziskovalci na Kemijskem inštitutu, ki ocenjujejo, da je še veliko možnosti za razvoj bolj učinkovitih in okolju prijaznih baterij.

3.2 PRIDOBIVANJE IN PORABA ELEKTRIČNE ENERGIJE

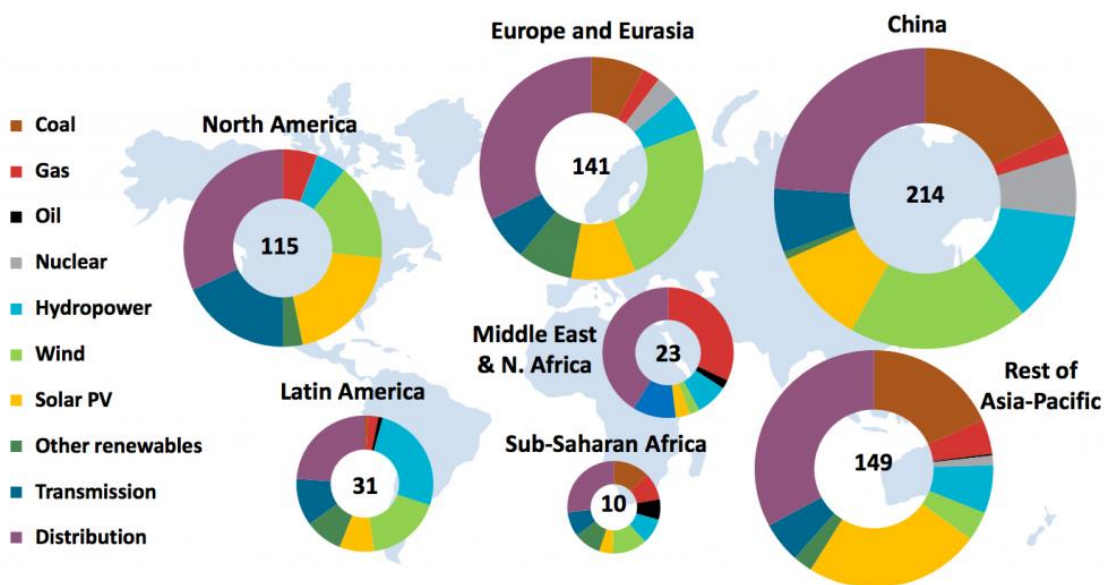
Drugo vprašanje, ki se pojavlja z razmahom električnih avtomobilov, je, kako okoljsko prijazno je pridobljena elektrika, ki jih poganja. Električna namreč ni vir energije, temveč le njena oblika. Električni avtomobili za premikanje potrebujejo energijo, ki jo je treba pridobiti v elektrarnah. Za to imamo različne možnosti proizvodnje (termoelektrarne, hidroelektrarne, plinske, jedrske, sončne in vetrne), tako da lahko vsaj v teoriji izberemo do okolja tisto, ki je najprijaznejša.

Kljub znanim alternativam smo v svetu še vedno odvisni od pridobivanja električne energije iz premoga in fosilnih goriv, ki okolju škodujejo znatno bolj kot vožnja tradicionalnega bencinskega ali dizelskega vozila. Leta 2016 je bilo v svetu še vedno 39,2 % električne energije proizvedene iz premoga

Kitajski trg električne energije, ki je trenutno največji za EV, je v več kot 60 % odvisen od termoelektrarn, torej od premoga. Isti energent prispeva slabo polovico celotne električne energije v Nemčiji, medtem ko so Američani na podoben način odvisni od zemeljskega plina. Bolj "čisti" sta Francija in Velika Britanija, kjer prednjačijo jedrske elektrarne – a tudi te imajo lahko negativne posledice za okolje. Tudi glavni slovenski "generator" je po podatkih Statističnega urada jedrska elektrarna, dodatno tretjino pa prispevajo termoelektrarne¹⁸.

Na sliki spodaj lahko vidimo, kako se države odločajo glede naložb v proizvodnjo električne energije. Marsikje premog še vedno predstavlja nezanemarljiv vir, prav tako nafta in plin. Postopoma pa se krepijo naložbe v obnovljive vire, ki nam za prihodnost zagotavljajo čistejšo električno energijo.

¹⁸ <https://www.bmwblog.si/umazane-skrivnosti-cistih-elektricnih-vozil/>.

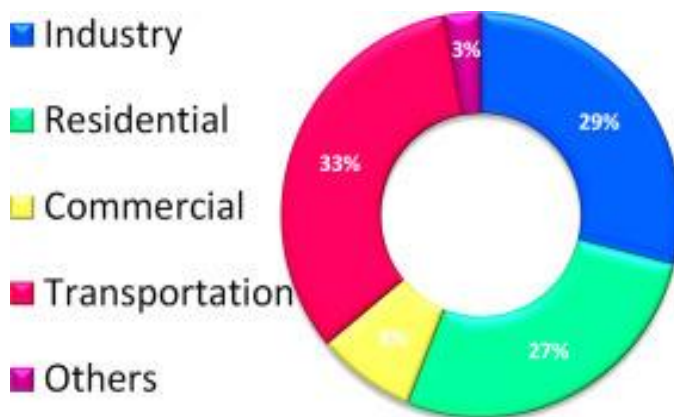


This map is without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

Slika 15: Investicije v proizvodnjo električne energije in omrežja po regijah in tipih naložb, 2015

Vir: World Energy Investment 2016, IEA.

Transport ni med največjimi porabniki električne energije, saj porabi okoli 3 % (graf spodaj), pričakuje pa se, da bo z razvojem in promocijo uporabo električnih prevoznih sredstev, njegova poraba narasla.

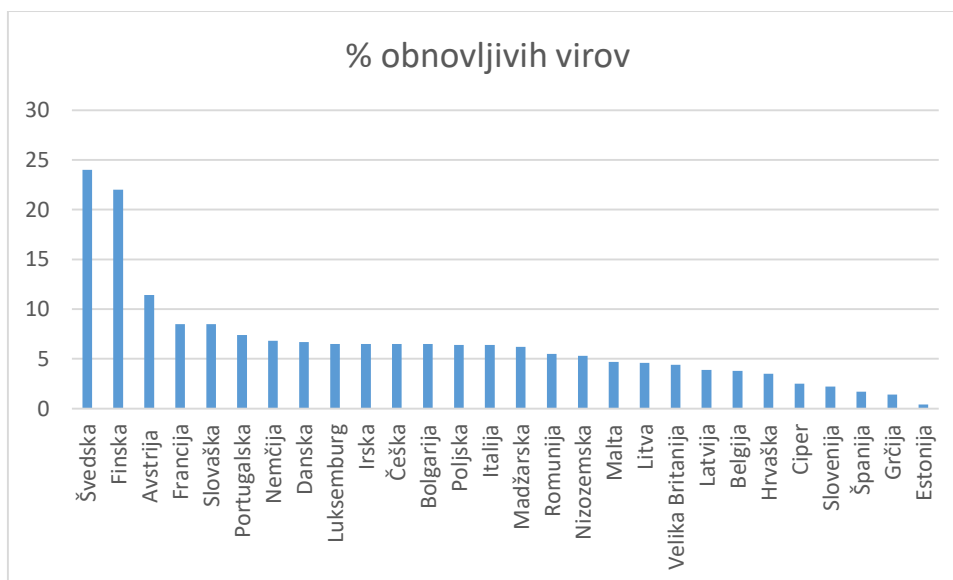


Slika 16: Delež transporta v porabi električne energije

Vir: Payam in drugi (2015)

Zato ugotavljamo, da zgolj napredek pri razvoju EV ne bo zadostoval, da bi lahko prepričljivo govorili o okolju bolj prijazni obliki prevoza. Zagotoviti je treba tudi okolju prijazne vire električne energije, saj brez tega sicer morda nekaj prispevamo okolju z zmanjševanjem toplogrednih plinov v primerjavi z motorji z notranjim izgorevanjem, a če je vir električne energije premog, smo okolju prav tako neprijazni kot s tradicionalnimi vozili.

Po podatkih Evropske komisije je delež obnovljivih energetskega virov v transportu še vedno zelo nizek: na Švedskem, ki je pri obnovljivih virih vodilna država, je bilo leta 2015 24 % energetskega virov v transportu obnovljivih; v Sloveniji, ki je na neslavnem četrtem najslabšem mestu, pa zgolj 2,2 %, kar je celo manj kot leta 2012 (3,3 %).



Slika 17: Delež obnovljivih virov v potrošnji goriv v transportu v državah EU, 2015

Vir: https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/scoreboard/compare/energy-union-innovation/share-renewables_en#2015

3.3 PROJEKCIJE GLEDE OKOLJU PRIJAZNIH, TRAJNOSTNIH ENERGETSKIH VIROV

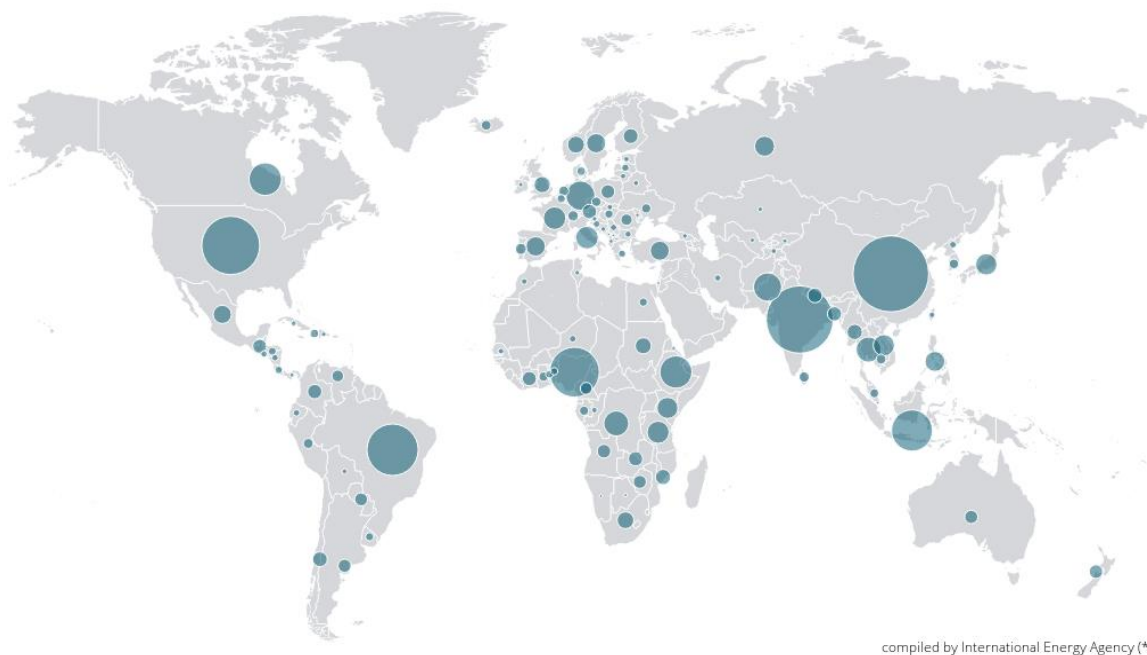
Sodeč po poročilu Mednarodne agencije za energijo postaja elektrika vse bolj pomemben vir energije. Njen delež med energenti se na svetovni ravni bliža 20 % (IEA Report, 2018). Posebno hitro se povečuje povpraševanje po elektriki v državah v razvoju, saj predstavlja dostop do zanesljive, okolju prijazne in cenovno dosegljive elektrike osrednji gradnik njihovega gospodarskega razvoja. Samo uporaba električnih motorjev na Kitajskem predstavlja petino novega globalnega povpraševanja po elektriki.

Spodbudna je predvsem rast obnovljivih virov: načrtuje se, da bo s 25 % v letu 2017 narasla na 40 % do leta 2040. To pa pomeni, da bo delež obnovljivih virov z današnje četrte narasel na dve tretjini do 2040: Na področju transporta naj bi se delež obnovljivih virov pri zagotavljanju elektrike za transport s 3,5 % danes povečal na 19 % do 2040.

Med obnovljive vire energije (OVE) vključujemo vse vire energije, ki jih zajemamo iz stalnih naravnih procesov. Med OVE štejemo sončno energijo, vetrno energijo, vodne tokove, tako reke kot oceane, zemeljske toplotne tokove in biomaso. Velika prednost OVE je, da jih v naravi nikoli ne zmanjka, prav tako pa pridobivanje energije iz OVE predstavlja manjše onesnaževanje okolja (Bučar, 2018).

Leta 2016 so prav OVE že pomembno prispevale k svetovni proizvodnji električne energije: največ elektrike še vedno pridobimo s pomočjo premoga (39,2 %), sledijo OVE s 23,8 % in plin s 23,6 %. Od leta 1990 je letna proizvodnja elektrike iz OVE v povprečju naraščala za 3,7%, kar je nekaj hitreje kot celotna proizvodnja električne energije (2,9 %) (IEA, 2018).

Renewables production (Mtoe) (2016)



Slika 18: Proizvodnja obnovljivih virov energije v svetu v letu 2016.

Vir: <http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1076250891>

4 RAZVOJ NA DRUGIH PODROČJIH

4.1. RAZVOJ NA PODROČJU MOTORJEV Z NOTRANJIM IZGOREVANJEM

Dogovorjene okoljske cilje bo potrebno doseči tako z motorji, ki v zrak ne izpuščajo izpustov, torej predvsem električni motorji, a tudi z različnimi hibridnimi različicami (z električnim motorjem in motorjem z notranjim zgorevanjem, pa tudi z nadaljnjimi izboljšavami bencinskih in dizelskih motorjev). Če lahko sodimo po večinskem mnenju strokovnjakov, se bodo električni in hibridni avtomobili uveljavljali postopno, avtomobili z motorji z notranjim zgorevanjem pa še dolgo ne bodo izginili s cest, tudi zaradi tehnološkega napredka, ki ga beležimo na področju razvoja motorjev z notranjim izgorevanjem.

Avtomobilska industrija je ena najpomembnejših proizvodnih dejavnosti v Evropi in tudi v svetu. Zato je pričakovano, da se poleg razvoja EV veliko vlaga tudi v modernizacijo »klasične« proizvodnje avtomobilov z notranjim izgorevanjem, v smeri njihove večje okoljske prijaznosti. Evropska avtomobilska industrija letno vложи 44,7 milijard € v raziskave in razvoj, kar predstavlja okvirno 5 % celotnih prihodkov (Akcijski načrt, 2017). Proizvajalci vozil so tudi gonilna sila na področju inoviranja v Evropi, razvoj je usmerjen v varnejša in energetske čistjša vozila, vzporedno z izboljševanjem proizvodnih procesov, logističnih procesov in upravljanja mobilnosti.

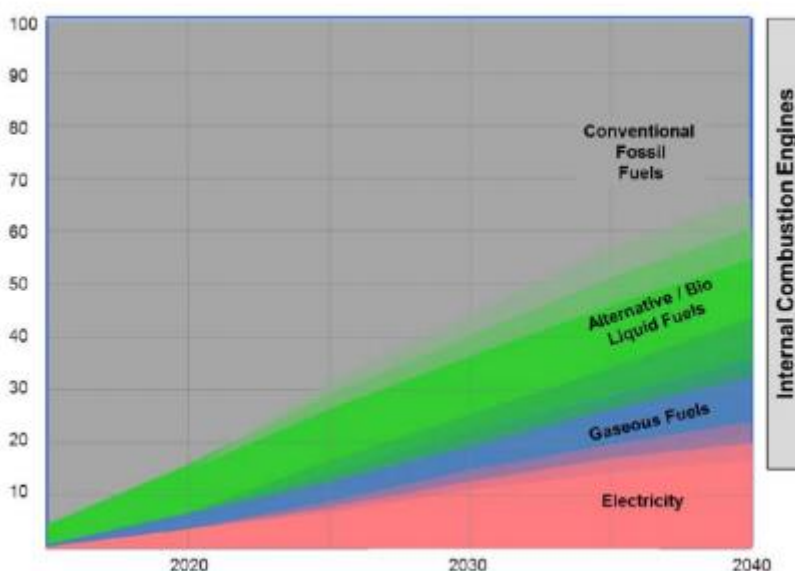
Pri razvoju je, po mnenju stroke, še kar nekaj možnosti za zmanjšanje porabe goriva (poraba goriva je premo sorazmerno povezana z izpusti CO₂) z različnimi izboljšavami, optimizacijami, tudi novimi tehničnimi rešitvami, kot npr. prilagodljiva kompresija motorjev. Ti prihranki lahko zmanjšajo porabo za petino ali celo četrtno.

Druga možnost za zmanjševanje izpustov CO₂ je uporaba goriv, ki ne povzročajo izpustov CO₂ ali pa so ti izpusti bistveno manjši. Takšen primer so bio goriva, metan (ta je lahko izdelan tudi iz elektrike in CO₂) ter goriva iz regenerativnih virov.

Področje motorjev z notranjim izgorevanjem je še vedno izredno aktualno in zahteva močna razvojna vlaganja. V skladu s smernicami ERTRAC (angl. European Road Transport Research Advisory Council) bodo imeli motorji z notranjim izgorevanjem (MNZ), kot deli pogonskih sistemov vozil, prevladujočo vlogo v cestnem transportu in mobilnosti še vsaj do leta 2030, večinsko pa bodo prisotni do leta 2050 in naprej. Zato se bližnje- in srednjeročno pričakuje tudi mnogo tržnih priložnosti na področju motorjev z notranjim izgorevanjem. Trg vozil, ki sedaj predstavlja 19 milijonov vozil letno, bo v prihodnosti letno rasel za približno 2 %, kar predstavlja še vedno zelo velik prihodnji tržni potencial trga motorjev z notranjim izgorevanjem (Akcijski načrt, 2017).

V mnogih segmentih, kot so na primer kamionski prevoz na dolge proge in letalski ter ladijski prevoz na dolge proge, namreč še ni alternativnih rešitev, ki bi srednjeročno zavzele večji tržni delež.

Pri osebnih vozilih je (glede na podatke proizvajalcev vozil) srednjeročno pričakovati približno 10–15 % tržni delež baterijskih električni vozil na polno razvitem svetovnem trgu, druga vozila pa naj bi uporabljala ali motorje z notranjim izgorevanjem ali hibridne električne pogonske sisteme, ki poleg elektromotorjev uporabljajo tudi motorje z notranjim izgorevanjem.

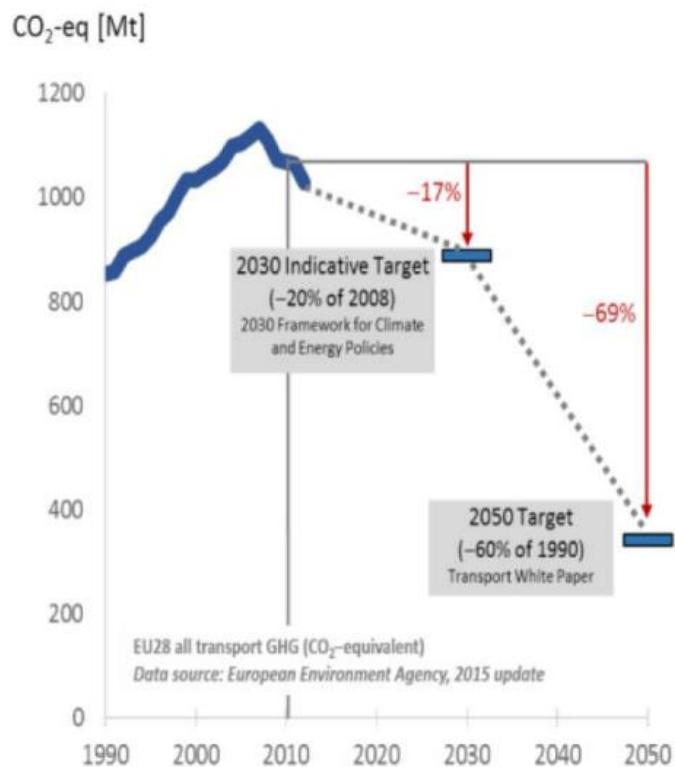


Slika 19: Načrtovana poraba goriv v transportu

Vir: ERTRAC: Future lightand heavy-duty ICE Powertrain

Na ta trend ne bo bistveno vplivala niti potencialna prepoved osebnih vozil z motorji z notranjim izgorevanjem v določenih državah EU, saj je prodajni delež v teh državah relativno majhen v primerjavi s svetovnim trgom, kjer mnoge, predvsem razvijajoče se države infrastrukturno srednjeročno še ne bodo tako kmalu pripravljene na prehod na elektromobilnost. Mnogi trendi zato srednjeročno v absolutni vrednosti napovedujejo rast trga motorjev z notranjim izgorevanjem, ki pa bodo zaradi strožjih okoljskih norm bolj kompleksni. To pa ponuja veliko tržnih priložnosti.

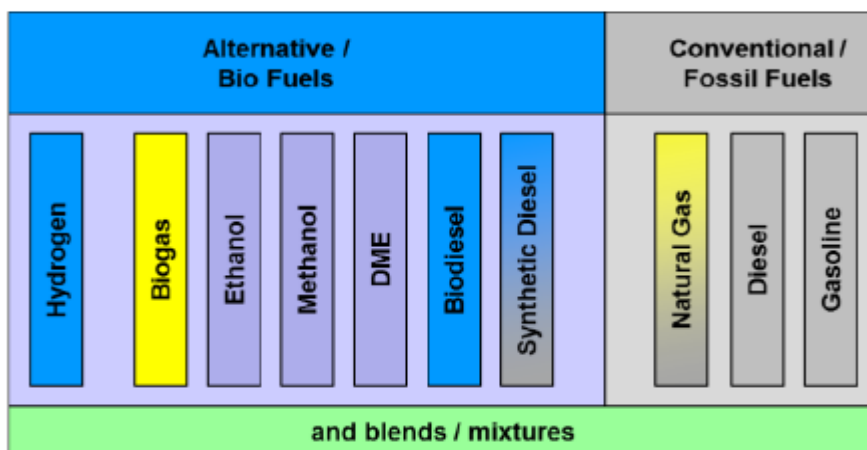
EU predpisi na tem področju zahtevajo 60 % zmanjšanje izpustov CO₂ v prometu do leta 2050 (v primerjavi z letom 1990).



Slika 20: Dogovorjen plan znižanja izpustov EU.

Vir: ERTRAC: Future light and heavy-duty ICE Powertrain

Bistveno znižanje izpustov delcev in dušikovih oksidov zahteva, poleg razvoja alternativnih pogonskih sistemov, znatne izboljšave na področju motorjev z notranjim zgorevanjem in večji delež uporabe ogljično nevtralnih goriv oz. t. i. alternativnih/bio goriv (vodik, bioplín, etanol, metanol, dimetil eter, bio dizel, sintetični dizel).



Slika 21: Vrste goriv

Vir: ERTRAC: Future lightand heavy-duty ICE Powertrain

4.1.1 KAJ DELAJO POSAMEZNI VODILNI PROIZVAJALCI

Mercedes je eden prvih avtomobilskih izdelovalcev, ki se je s predstavitvijo nove generacije motorjev odzval na nova pravila meritev porabe in izpušnih plinov ter na nove okoljevarstvene zahteve. V novi razred E so začeli vgrajevati povsem nov dvolitrski dizelski motor, ki je odličen dokaz, da so pravilno zasnovani dizelski motorji lahko zelo čisti. Med posebnostmi štirivaljnika so temeljito izboljšano stopenjsko zgorevanje in izboljšana recirkulacija izpušnih plinov. S predstavitvijo katalizatorjev ob motor so izboljšali njihovo učinkovitost; njihovo delovanje – in s tem čistost izpušnih plinov – zdaj ni več toliko odvisno od ogretosti motorja ali voznega sloga. Prvi testi s 194 kW različico motorja so potrdili odlične značilnosti motorja – med vožnjo izmerjen izpust dušikovih oksidov je bil z 41 g/km za polovico manjši od predpisane vrednosti za laboratorijske meritve¹⁹.

Ob sodobnih dizelskih motorjih pri Mercedesu vidijo prihodnost tudi v bencinskih motorjih. Kot poročajo v Motoreviji (ibid.), ima nov motor nekaj zanimivih lastnosti in posebnosti; ob izboljšanih notranjih lastnostih (manjše trenje, večja učinkovitost izgorevanja) je novost predvsem 48-voltno električno omrežje. To omogoča tudi vgradnjo novega, integriranega zaganjalnika oziroma generatorja, ki je med motorjem in menjalnikom ter je neposredno povezan z rolično gredjo. Generator ob zagonu motorja služi tudi kot električni motor, ki bencinskemu pomaga z dodatnim navorom 220 Nm in tako omogoča večjo prožnost. Ob zaviranju generator ustvarja električno energijo, ki se shranjuje v litij-ionski akumulator. 48-električno omrežje ne služi le pogonu generatorja, ampak z energijo oskrbuje tudi ostale večje električne porabnike – črpalko za vodo, kompresor klimatske naprave in električni polnilnik. Ta dopolnjuje

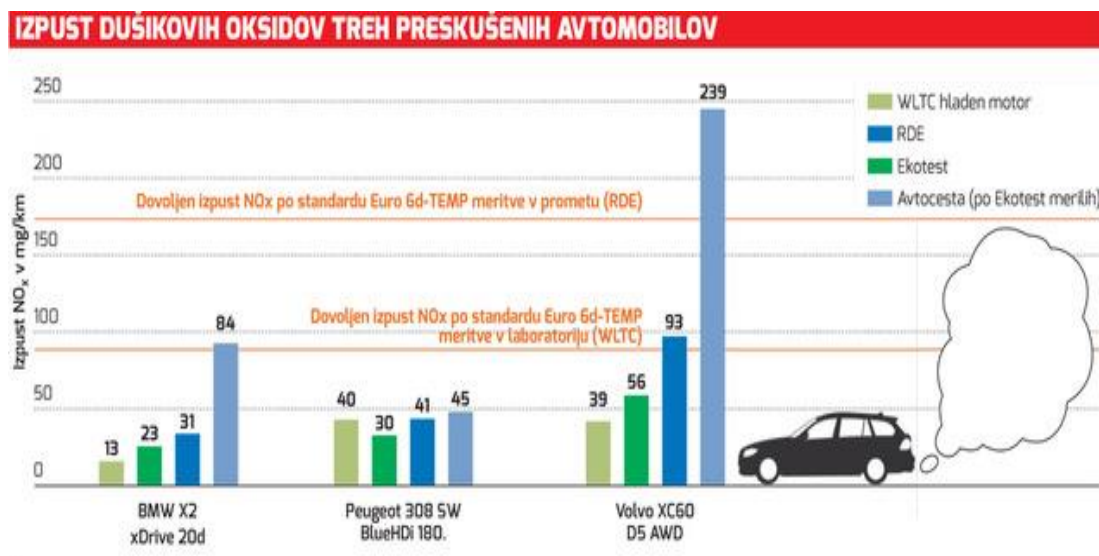
¹⁹ <https://www.amzs.si/motorevija/v-zarometu/tehnika/2016-12-06-nova-pravila-nove-resitve>

turbinski polnilnik in povečuje prožnost motorja. trilitrski vrstni šestvaljnik z močjo prek 300 kW bo tudi prvi Mercedesov serijski bencinski motor, ki bo opremljen s filtrom trdnih delcev.

Zanimiv je tudi preizkus, ki so ga opravili pri nemškem avtomobilskem klubu ADAC. Testirali so tri avtomobile, za katere izdelovalci zatrjujejo, da so pripravljene na nova pravila EU glede izpustov. V okviru Ekotest meritev so pod drobnogled vzeli BMW-jevega majhnega križanca X2 (z 2-litrskim dizelskim motorjem s 140 kW), Peugeotovega karavana 308 SW (2-litrski motor s 130 kW) in Volvovega srednjevelikega cestnega terenca XC60 (2-litrski motor s 173 kW) in jim izmerili izpuh tako v laboratoriju kot na cesti. Noben od treh preizkušenih avtomobilov ni imel večjih težav pri doseganju zakonsko predpisanih meja standarda Euro 6d-TEMP, vsi trije avtomobili so se zelo dobro odrezali tudi pri meritvi izpustov v prometu, saj so bili tako izmerjeni izpusti dušikovih oksidov krepko pod dovoljeno mejo.

Tudi natančno in realno izmerjena poraba goriva po merilih Ekotesta je bila pri vseh treh avtomobilih zmerna, čeprav so bili vsi trije opremljeni z dokaj zmogljivimi motorji. Še zlasti je navdušil BMW X2, ki kljub precejšnji teži (avto tehta več kot 1,8 tone), štirikolesnemu pogonu in samodejnemu menjalniku, v povprečju po Ekotest meritvah porabil manj kot 6 litrov plinskega olja na 100 km. Peugeot 308, ki je lažji in bolj aerodinamičen, je na testu porabil deciliter goriva več na 100 km, največjo porabo pa je imel volvo XC60 s 7,1 l/100 km.

Rezultati testa



Slika 22: Izpust dušikovih oksidov treh preizkušenih avtomobilov

Vir: <https://www.amzs.si/motorevija/mobilnost/ekologija/2018-06-09-dizelski-motorji-pred-preizkusnjo>

Preskus ADAC je pokazal, da so sodobni dizelski motorji lahko (skoraj) tako čisti kot bencinski, če so motorji opremljeni z učinkovito tehnologijo čiščenja izpušnih plinov. Ob tem še vedno velja, da so dizelski motorji še vedno precej bolj gospodarni od bencinskih.

Nemški industrijski velikan Bosch, ki dobavlja vbrizgalno tehniko in programske rešitve večini izdelovalcev dizelskih motorjev, je na posebnem dogodku konec aprila 2018 predstavil in demonstriral svojo rešitev za čistejši izpuh dizelskih motorjev.

Pri tem so Boschevi inženirji²⁰ zgolj predelali in posodobili obstoječe tehnične rešitve, kar po njihovih besedah pomeni, da čistejši dizelski motorji ne bodo nič dražji od sedanjih. Pri Boschu so svojo tehnologijo demonstrirali z meritvami izpuha s posebno napravo (med vožnjo v običajnem prometu), v kateri so v uradnem merilnem ciklu (RDE) zabeležili izpust NOx le 13 mg/km, kar je veliko pod dovoljeno mejo 168 mg/km, ki bo začela veljati prihodnje leto.

Mazda je objavila dolgoročno vizijo vzdržnega tehnološkega razvoja 'Sustainable Zoom-Zoom 2030', v okviru katere bodo leta 2019 predstavili tudi novo generacijo bencinskega motorja na notranje izgorevanje Skyactiv-X. Za novi motor bo značilno predvsem to, da bo kot prvi komercialni bencinski motor deloval na osnovi kompresijskega izgorevanja, ki smo ga sicer vajeni iz dizelskih motorjev. To pomeni, da se bo v izgorevalno komoro vbrizgani bencin spontano vžgal zaradi tlaka in vročine stisnjenega zraka. Ostajajo tudi vžigalne svečke, a bolj kot sredstvo za regulacijo kompresijskega vžiga.

Kot pravijo pri Mazdi, bo takšen motor izkoristil prednosti tako bencinskih kot dizelskih motorjev, saj bo razvijal večjo moč in bo bolj prožen, hkrati pa bo tudi čistejši. Kombinacijo kompresijskega izgorevanja in prisilnega polnjenja bo pripomogla tudi k 10- do 30-odstotnemu povečanju navora v primerjavi s sedanjimi motorji, zaradi počasnega izgorevanja pa bo v primerjavi z motorji Skyactiv-G za 20 do 30 odstotkov povečana tudi energetska učinkovitost. Delo bo olajšano tudi inženirjem, ki bodo motor lažje uskladili z menjalnikom.

4.1.2 DRUGE TEHNOLOŠKE REŠITVE

Ena od pomembnih rešitev pri zmanjševanju okolju nevarnih izpustov je tudi vgrajevanje posebnega katalizatorja (t. i. selektivni redukcijski katalizator SRC) in uporaba tekočine adBlue (Cah, 2011). Tehnologija, ki temelji na tekočini AdBlue, je sredstvo, ki omogoča selektivno katalitično zmanjšanje. AdBlue se kontrolirano vbrizgava v izpušne pline, preden ti vstopijo v SRC katalizator. V tem nato pride do kemične reakcije med dušikovimi oksidi in amonijakom, ki se sprošča iz AdBlue. Rezultat kemične reakcije je, da se okolju nevarni dušikovi oksidi skoraj popolnoma pretvorijo v atmosferski dušik in vodno paro. Motorji s to tehnologijo zaradi boljšega

²⁰ <https://www.amzs.si/motorevija/mobilnost/ekologija/2018-06-09-dizelski-motorji-pred-preizkusnjo>

izgorevanja (zaradi višjih tlakov in temperatur v izgorevalnem prostoru) že porabijo do 5 % manj goriva in proizvedejo občutno manj saj. Tako dizelski motorji dosegajo vrednosti, ki jih določajo sodobni Eurostandardi.

Tehnološke novosti razvijajo in uvajajo v proizvodnjo tudi slovenski proizvajalci avtomobilskih delov. Tako je veliko pozornosti doživela Hidriina inovacija sistema za hladen zagon dizelskega motorja s senzorjem tlaka²¹, za katero je dobila priznanje Združenja evropskih avtomobilskih dobaviteljev – CLEPA. Prebojna inovacija v ključni kategoriji »Zelene tehnologije«, Optymus Pressure Sensing System predstavlja nov mejnik v razvoju sodobnih dizelskih motorjev. Prav tako inovacija izraža najboljšo kakovost, ima pomembno tržno vrednost in močan vpliv na avtomobilsko industrijo. Zaradi sistema Optymus se bo radikalno zmanjšala poraba dizelskega goriva, pomembno pa bo sistem Optymus prispeval tudi k varovanju zdravja in okolja. Pričakuje se, da se bo raven izpustov škodljivih plinov zaradi njega zmanjšala za do 30 %. Sodobna dizelska vozila, ki bodo na trgu od leta 2018 naprej, pa bodo porabila za prav toliko manj goriva.

4.1.3 PRIHODNOST MOTORJEV ZA NOTRANJE IZGOREVANJE

MNZ so doživljali vzpone in padce v povezavi s cenami goriva in s predpisi, ki so v zadnjem času vse bolj omejujoči pri določanju zgornje dopustne meje onesnaževanja. Prav ti vzponi in padci tudi vplivajo na nove ideje in patente na področju zmanjšanja porabe goriva in povečanja moči motorja, kar je mogoče doseči samo s povečanjem učinkovitosti motorja.

4.2 SPREMEMBE NA PODROČJU PREVOZA LJUDI IN TOVORA

Pri reševanju okoljskih problemov velja upoštevati tudi niz alternativnih oblik prevoza, ki se pojavljajo v sodobnih mestih. Naj omenimo samo sisteme, kot so *car sharing*«, mobilnostne platforme po mestih, s povezavo različnih oblik javnega prevoza, uporaba okolju prijaznih javnih prevoznih sredstev ...

Poleg korenitih sprememb, ki se nam obetajo v avtomobilski industriji, bodo drastične spremembe doživele tudi vse ostale panoge transporta. Veliki podvigi se trenutno odvijajo tako na področju razvoja železnice in vlakov kot tudi v letalski industriji. Ta dogajanja presegajo obseg naloge, zato jih ne obravnavamo posebej.

4.2.1 DELITEV AVTOMOBILOV (Carsharing)

Carsharing je v zahodnem svetu že zelo razvit, ponujajo ga tako namensko ustanovljena podjetja (najbolj razširjeno ime v Evropi je Car2Go) kot uveljavljeni rent-

²¹ <http://si.hidria.com/si/o-nas/projekti-reference/10770/detail.html>

a-car ponudniki (Hertz, Avis), v zadnjih letih svoje programe kratkega najema zagotavljajo celo posamezni proizvajalci avtov (BMW, Ford, Mercedes-Benz ...)

V primerjavi s klasičnim najemom avta je *carsharing* veliko bolj prilagodljiv uporabniku. Najprej je tu precej večja fleksibilnost, saj lahko uporabnik proste kapacitete in lokacijo ter nato samo storitev spremlja, najema in opravi prek mobilne aplikacije. Lokacij za možnost prevzema in vrnitve je ponavadi več, bolj prilagojeno je tudi obračunavanje najema, saj lahko – odvisno od ponudnika – uporabnik plača najem po urni postavki ali celo po minutah. Najemnika po pravilu vedno pričaka vozilo s polnim rezervoarjem ali baterijo, pri vrnitvi pa ponudniki podarjajo bonus minute, če ga uporabnik vrne v primerno napolnjenem stanju.

Zakaj je *carsharing* lahko zanimiv zlasti za večja mesta?

Analiza Economistu kaže, da vsak avto iz sheme *carsharinga* lahko nadomesti 15 lastniških avtov, kar pomeni, da je za toliko manj zasedena infrastruktura cest in parkirišč. Druge analize še kažejo, da redni uporabniki *carsharinga* velikokrat odprodajo drugi ali tretji avto v gospodinjstvu, prav tako pa zaradi tega večkrat kolesarijo in uporabljajo druge oblike javnega transporta. Zakaj? Ker se jim izplača, saj je mogoče z najemom avta le takrat, ko ga potrebujejo, prihraniti po več sto eurov na mesec.

Carsharing je prisoten tudi v Sloveniji, v Ljubljani. Očitno ima novost močno podporo mesta in države, saj projekt podpirata tudi bivši minister za javno upravo Boris Koprivnikar in ljubljanski župan Zoran Jankovič. Prokurist podjetja Matej Čer, ki je nosilec projekta v sloveniji je *carsharing* označil kot primer prehoda v delitveno ekonomijo, ko lahko posamezniki z izmenjavo neke dobrine med seboj veliko prihranijo, primerjajoč s tradicionalnim lastništvom. Pri podjetju bodo ponujali izključno električne avte. Sami imajo sicer poslovalnice tudi v drugih delih države in tudi na Hrvaškem²². Tudi ceniki za najem kažejo na promocijsko naravo ideje, saj so cene najema relativno ugodne (za najem od 3 do 5 € + kilometrino od 0,2 €/km do 0,3 €/km)²³.

4.2.2 NEKATERE DRUGE NOVOSTI

Posebej v velikih mestih razmišljajo o razvoju posebnih mobilnostnih platform, ki med seboj povezujejo različne oblike transporta, od primestnih železnic, avtobusnega javnega prevoza, izgradnji t. i. »park&ride« prostorov, ki zmanjšujejo vstop osebnih vozil v mesta in s tem zmanjšujejo prometne zamaške.

Vidimo lahko, da je vprašanje transporta v luči razvoja okolju prijaznih tehnologij zelo aktualno. Zato se na različnih področjih iščejo in razvijajo ustrezne rešitve, ki bi

²² <https://www.zurnal24.si/avto/v-ljubljani-bo-en-avto-nadomestil-15-drugih-273081>

²³ <https://avant2go.com/pricing>

omogočile naše gibanje na način, da bo ne samo nam zagotavljalo vso funkcionalnost, ampak da bo hkrati tudi zmanjševalo ogljični odtis. Električna vozila so tako le eden od elementov teh naporov.

5 GLAVNE UGOTOVITVE IN SKLEPI

Moja osnovna hipoteza je bila, da elektrifikacija vozil ni nujno enoznačna rešitev okoljskih in energetskih problemov, saj je potrebno upoštevati več med seboj povezanih dejavnikov, ki vplivajo na tak tehnološki razvoj. S pregledom gradiva, različnih člankov in strokovnih mnenj lahko hipotezo potrdim.

Razvoj električnih avtomobilov beleži veliko dinamiko v zadnjih letih, deloma zaradi subvencioniranja njihovega uveljavljanja, deloma zaradi načrtovanih omejitev izpustov pri klasičnih motorjih z notranjim izgorevanjem. Kot sem pokazal v nalogi sicer obstaja še nekaj ovir, predvsem na področju razvoja baterij in uporabe materialov pri njihovi izdelavi. Današnja proizvodnja baterij temelji na litiju in kobaltu, tu pa lahko opazimo nekaj okoljskih problemov, vezanih na način pridobivanja teh komponent. Prav tako je nejasno vprašanje zaloga, še posebej kobalta. Tudi zato se veliko vlaga v raziskave in razvoj baterij, tako v smeri iskanja novih komponent kot razvoja sistema polnjenja, ki bi zagotavljalo časovno bolj sprejemljive opcije, kot jih imamo na voljo danes.

Električni avtomobili se bodo vsekakor uveljavili, sploh, če bodo na voljo akumulatorji, ki bodo omogočali daljši doseg z enim polnjenjem. Avtomobilska industrija ter proizvajalci komponent, tudi baterij, vlagajo veliko sredstev v razvoj in zato je pričakovati vse hitrejše rešitve, ki bodo omogočile učinkovitejši in cenejši električni avtomobil.

Tudi podatki, ki jih objavljajo medijske hiše in analitiki dogajanja na trgu avtomobilov, kažejo, da se prodaja EV hitro povečuje: v letu 2018 je tako njihova svetovna prodaja zrasla kar za 74 % (Boncelj, 2019). Še vedno je njihov delež v celotni prodaji skromen in znaša le 1,4 %, a nominalno to predstavlja že 1,26 milijona vozil. Po podatkih svetovalne hiše Jato²⁴ se je najbolj povečala prodaja na Kitajskem, predvsem zaradi državnih in lokalnih subvencij. Tržni uspeh je doživel tudi model 3 Tesle, saj se je uvrstil med najbolj prodajane EV.

Spodbudni so tudi podatki o prodaji priključnih hibridov, pa tudi običajnih hibridov. Nekateri podatki kažejo prav na vse večji tržni delež takih vozil, pa tudi razvoj novih modelov se pri večini avtomobilskih proizvajalcev usmerja v to tržno nišo.

²⁴ <https://www.jato.com/global-car-market-remains-stable-during-2018-as-continuous-demand-for-suvsoffsets-decline-in-sales-of-compact-cars-and-mpvs/>

Ob razvoju in uvajanju električnih vozil ne gre spregledati hitrega napredka v smeri manjših izpustov pri motorjih z notranjim izgorevanjem. Zdi se, kot da sta pritisk zakonodaje ter obetajoč razvoj EV še dodatno spodbudila avtomobilsko industrijo k iskanju okolju prijaznih rešitev pri »klasičnih« avtomobilih, saj so nekateri tehnološki preboji res izjemni.

Zaradi naraščajoče prodaje EV je še bolj pomembno, kako se proizvaja električna energija kot pogonski vir EV. V nalogi sem ugotovil, da številne države vlagajo v alternativne vire energije, kar pomeni, da bo postopoma tudi električna vse čistejša in premog ne bo več glavni vir za pridobivanje elektrike. Na ta način bodo postali električni avtomobili tudi dejansko prijaznejši do okolja.

Množično uvajanje električnih avtomobilov bo prineslo tudi povpraševanje po polnilnicah za polnjenje njihovih baterij, na primer na avtocestnih postajališčih oziroma črpalkah. To že opazamo tudi pri nas. Z različnimi ukrepi država spodbuja prehod na električna vozila in postavitve polnilnic je del teh načrtov.

Če sem na začetku raziskovanja vprašanja okoljske in energetske učinkovitosti električnih vozil predpostavljal, da je problemov več kot rešitev, in da se pri reševanju podnebnih sprememb ne bi smeli preveč zanašati na elektrifikacijo vozil, se mi zdaj zdi, da dinamika razvoja in tudi uvajanja električnih vozil presega moj pesimizem. Res je, da je delež električnih vozil še skromen, prav tako tudi delež obnovljivih virov v proizvodnji električne energije, a se oboje povečuje, tudi zaradi pomembnih vlaganjih v raziskave in razvoj na teh področjih. Ključnega pomena za zmanjšanje negativnih okoljskih vplivov na svetovni ravni pa bo predvsem preusmerjanje nakupov na okolju prijaznejša vozila v državah v razvoju. Tu posebno izstopa primer Kitajske, ki intenzivno spodbuja nakupe električnih vozil (ne le avtomobilov, tudi električnih skuterjev in koles, ki so za številne prebivalce bolj dosegljivi kot avtomobili), vlaga veliko sredstev v razvoj EV, hkrati pa razvija in vlaga v obnovljive vire električne energije. Če bo njim uspelo pravočasno zaustaviti izpuste toplogrednih plinov in jim bodo sledile še druge hitro razvijajoče se države (pa tudi tiste razvite države, ki še vedno menijo, da so podnebne spremembe nepomembne), potem ima svet še možnost pravočasno preprečiti največje katastrofe. In EV so lahko pomemben kamenček v tem dogajanju.

6. LITERATURA IN VIRI

Akcijski načrt Strateško razvojnega-inovacijskega partnerstva na področju MOBILNOST, 2017. http://www.acs-giz.si/resources/files/SRIP_ACS_Mobilnost_akcijski_nacrt_ver2.pdf

Alkalaj M., Mihalič R. In Valenčič L., 2018: Elektrifikacija prometa z osebnimi avtomobili- zakaj?, Življenje in tehnika, 2018: 23; str. 21- 28.

Boncelj, Gašper, 2019: Rast velika, delež majhen. Delo, 2.3. 2019.

Bučar, Aleš, 2018: Obnovljivi viri energije, Seminarska naloga ICES.

Cah, Romeo, 2011: Motorji z notranjim izgorevanjem; diplomsko delo. Višja strokovna šola B& B, 51 str. https://www.bb.si/doc/diplome/Cah_Romeo-Motorji_z_notranjim_izgorevanjem.pdf

EC, 2011: A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050; Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions; /* COM/2011/0112 final */; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52011DC0112>

ERTRAC, 2016: Future light- and heavy-duty ICE Powertrain Technologies, final full version, junij 2016.

International Energy Agency Report, 2018; <https://www.iea.org/weo2017/>

IPCC, 2018: SPECIAL REPORT: GLOBAL WARMING OF 1.5 °C: Summary for Policymakers; <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>

JRC, 2018: Electric vehicles in Europe from 2010 to 2017: is full-scale commercialisation beginning? *An overview of the evolution of electric vehicles in Europe*; Joint Research Centre Science for Policy Report; Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018

Payam N., F. J. Zadeh, M. M. Taheri, M. Gohari, M. Z. Abd. Majid, 2015: A global review of energy consumption, CO₂ emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO₂ emitting countries); *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; Volume 43, marec 2015, str. 843-862.

Thiel, C., Krause, J., and Dilara, P., 2015: *Electric vehicles in the EU from 2010 to 2014 - is full scale commercialisation near?* Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi: 10.2790/921495

World Energy Investment 2016, IEA.

INTERNETNI VIRI

<https://www.jato.com/global-car-market-remains-stable-during-2018-as-continuous-demand-for-suvs-offsets-decline-in-sales-of-compact-cars-and-mpvs/>

<https://www.zurnal24.si/avto/v-ljubljani-bo-en-avto-nadomestil-15-drugih-273081>

<https://avant2go.com/pricing>

<https://sl.lemo-project.eu/education/electric-vehicles/>

<http://si.hidria.com/si/o-nas/projekti-reference/10770/detail.html>

<https://www.amzs.si/motorevija/mobilnost/ekologija/2018-06-09-dizelski-motorji-pred-preizkusnjo>

https://ec.europa.eu/clima/change/causes_sl

<https://dk.um.si/Dokument.php?id=71397>

<https://www.tesla.com/charging>

<https://svetkapitala.delo.si/aktualno/za-razvoj-elektricnih-avtomobilov-najvec-namenijo-nemski-proizvajalci-5218>

<https://e-vozila.si/eu-kitajska-elektricni-avtomobili-2018/>

<https://www.ekosklad.si/cms/tinymce/upload/RD/62SUB-EVOB18/Pogosto%20zastavljena%20vpraAanja%2062SUB.pdf>

<http://faq.akumulator.si/index.aspx?category=17&id=116>

<https://www.bmwblog.si/umazane-skrivnosti-cistih-elektricnih-vozil/>

<https://qz.com/1292202/china-now-effectively-controls-half-the-worlds-lithium-production/>

<https://www.wired.co.uk/article/lithium-batteries-environment-impact>

<https://auto.howstuffworks.com/can-electric-car-batteries-be-recycled.htm>

<https://www.weforum.org/projects/global-battery-alliance>

<https://waste-management-world.com/a/in-depth-lithium-battery-recycling-the-clean-energy-clean-up>

<https://www.amzs.si/motorevija/v-zarometu/tehnika/2016-12-06-nova-pravila-nove-resitve>

<https://www.autoevolution.com/news/smog-alert-in-northern-china-cuts-traffic-and-reduces-output-in-700-factories-113865.html>

<http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/izpusti-onesnazeval-zraka-iz-prometa-5>

<https://historycollection.co/thomas-parker-invented-first-electric-car-1884/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/REVAi>

<http://www.solarjourneyusa.com/EVdistanceAnalysis2.php>

<https://www.monitor.si/clanek/litijevi-umazani-pomocniki/175027/>

<https://www.greentechmedia.com/articles/read/10-battery-gigafactories-are-now-in-progress-and-musk-may-add-4-more#gs.fZ5r2KA>

https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/scoreboard/compare/energy-union-innovation/share-renewables_en#2015

<http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1076250891>