

POSTUPANJE VATROGASACA PRI INTERVENCIJAMA HIBRIDNIH I ELEKTRIČNIH VOZILA

Mihok, Anđelko

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:426136>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu

Odjel sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Andelko Mihok

**POSTUPANJE VATROGASACA PRI
INTERVENCIJAMA S HIBRIDNIM I
ELEKTRIČNIM VOZILIMA**

DIPLOMSKI RAD

Karlovac, 2024.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional graduate study of Safety and Protection

Andelko Mihok

**FIREFIGHTERS RESPONSE TO
INTERVENTIONS INVOLVING HYBRID
AND ELECTRIC VEHICLES**

FINAL PAPER

Karlovac, 2024.

Veleučilište u Karlovcu
Odjel sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Andjelko Mihok

**POSTUPANJE VATROGASACA PRI
INTERVENCIJAMA S HIBRIDNIM I
ELEKTRIČNIM VOZILIMA**

Diplomski rad

Mentor: dr.sc. Zvonimir Matusinović

Karlovac, 2024.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita od požara, Karlovac, 2024.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Anđelko Mihok
Matični broj: 0248075989

Naslov: Postupanje vatrogasaca pri intervencijama s hibridnim i električnim vozila

Opis zadatka: U ovom završnom radu istražuju se hibridna i električna vozila te izazovi s kojima se vatrogasci susreću tijekom intervencija u kojima su ta vozila uključena. Hibridna i električna vozila predstavljaju značajan rizik za vatrogasce, osobito ako nisu adekvatno obučeni i osposobljeni za rad s njima. Cilj ovog rada je identificirati i analizirati opasnosti koje se javljaju pri intervencijama s takvim vozilima te predložiti mjere i postupke za sigurnije provođenje intervencija. Pisanje ovog rada predstavlja poseban izazov s obzirom na manjak stručne literature na ovu temu. Intervencije s hibridnim i električnim vozilima su relativno nova pojava u vatrogastvu te se nadam da će ovaj rad doprinijeti boljem razumijevanju i pomoći kolegama vatrogascima u budućim intervencijama.

Zadatak zadan:
06/2024

Rok predaje rada:
09/2024

Predviđeni datum obrane:
09/2024

Mentor:
dr.sc. Zvonimir Matusinović

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:
Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

PREDGOVOR

Ovaj rad nastao je kao odgovor na sve češće susrete vatrogasaca s hibridnim i električnim vozilima tijekom intervencija, osobito u posljednjih nekoliko godina. Takva vozila mogu predstavljati značajnu opasnost za vatrogasce ako nisu adekvatno informirani i obučeni za prepoznavanje i upravljanje specifičnim rizicima koje ona mogu izazvati. Stoga je cilj ovog rada usmjeriti pažnju na potrebu za dodatnom edukacijom i obukom vatrogasaca, kako bi se osigurala njihova sigurnost i učinkovitost prilikom intervencija koje uključuju ovakva vozila.

Zahvaljujem svom mentoru, dr. sc. Zvonimiru Matusinoviću, na prihvaćanju uloge mentora te na nesebičnom pružanju podrške i stručnog znanja tijekom cijelog mog studija. Iskazujem posebnu zahvalnost svim profesorima Specijalističkog diplomskog stručnog studija sigurnosti i zaštite koji su nam kroz studij nesebično prenosili svoja znanja i bogato iskustvo.

Posebno zahvaljujem zapovjedniku Vatrogasne postrojbe Grada Zagreba, gospodinu Siniši Jembrihu, na razumijevanju i omogućavanju izostanaka s posla tijekom pohađanja predavanja, kao i na ustupanju dokumentacije i materijala potrebnih za izradu ovog rada. Zahvaljujem i kolegi Goranu Ružiću na pomoći u prikupljanju literature i dodatnih sadržaja, kao i svim kolegama koji su mi pružili podršku i izlazili u susret kada god je to bilo potrebno.

Zahvaljujem se i bratu i kolegi Stjepanu Mihoku, kolegicama Kristini Pavelić, Maji Trečić i Željki Poočnjak, te kolegama Antoniu Metiću, Ivanu Vrabecu, Leonu Dijaneževiću i Saši Gregaru na kontinuiranoj podršci, prijateljstvu i pomoći tijekom studija. Njihova podrška bila je neizmjereno vrijedna i olakšala mi je tijek studiranja.

Na kraju, zahvaljujem se svojoj obitelji koja je tijekom cijelog studija pružala neizmjernu podršku i motivaciju omogućivši mi da ostvarim svoj cilj.

Iskrena hvala svima!

SAŽETAK

Cilj ovog završnog rada je detaljno analizirati i predstaviti opasnosti s kojima se vatrogasci suočavaju tijekom intervencija u kojima su uključena hibridna i električna vozila, posebice s obzirom na njihov sve veći broj u prometu u posljednjih nekoliko godina. Ova vrsta vozila predstavlja specifičan i značajan rizik za vatrogasce, osobito ako nisu dovoljno educirani i upoznati s potencijalnim opasnostima koje takva vozila mogu prouzročiti. Rad obuhvaća ne samo identifikaciju i analizu ključnih rizika već i pregled opreme koja je od esencijalne važnosti za sigurno i učinkovito provođenje intervencija s ovakvim vozilima. S obzirom na kompleksnost i specifičnost hibridnih i električnih vozila, u radu se naglašava potreba za sustavnom obukom i edukacijom vatrogasaca, s ciljem njihovog temeljitog upoznavanja s potencijalnim opasnostima te osposobljavanja za pravilno i sigurno postupanje tijekom intervencija na ovim vozilima.

Ključne riječi: opasnosti, hibridna vozila, električna vozila, vatrogasne intervencije, incident, obuka, vatrogasci, vozila

SUMMARY

The aim of this thesis is to thoroughly analyze and present the dangers that firefighters encounter during interventions involving hybrid and electric vehicles, particularly considering their increasing presence on the roads in recent years. This type of vehicle poses specific and significant risks to firefighters, especially if they are not sufficiently trained and familiar with the potential hazards these vehicles can cause. The thesis encompasses not only the identification and analysis of key risks but also a review of the equipment that is essential for the safe and effective conduct of interventions involving such vehicles. Given the complexity and specificity of hybrid and electric vehicles, the thesis emphasizes the need for systematic training and education of firefighters, with the goal of thoroughly acquainting them with potential dangers and preparing them for proper and safe handling during interventions with these vehicles

Key words: hazards, hybrid vehicles, electric vehicles, firefighting interventions, incident, training, firefighters, vehicles.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Predmet i cilj rada	2
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja	2
2. HIBRIDNA VOZILA	3
2.1. Definiranje pojmova o hibridnim vozilima	3
2.2. Glavna podjela hibrida	5
2.3. Vrste hibridnih pogona	5
2.3.1. Serijski hibridi	5
2.3.2. Paralelni hibridi	6
2.3.3. Serijsko- paralelni hibridi	8
2.3.4. Plug-in hibridi	9
2.3.5. Hibridi sa gorivim člankom	10
2.4. Prednosti i mane hibridnih vozila	11
2.4.1. Prednosti hibridnih vozila	11
2.4.2. Mane hibridnih vozila	11
3. VOZILA NA ELEKTRIČNI POGON	12
3.1. Povijest vozila na električni pogon	12
3.2. Definiranje pojmova električnih vozila	13
3.3. Osnovni dijelovi električnog automobila	13
3.4. Prednosti i mane električnih vozila	14
3.4.1. Prednosti električnih automobila	14
3.4.2. Mane električnih vozila	14
4. BATERIJA U BEV, HEV, PHEV	15
4.1. Definiranje pojmova o baterijama	15
4.2. Tipovi baterija	15
4.2.1. Olovna baterija (Pb)	16
4.2.2. Nikal-kadmij baterija (NiCd)	16
4.2.3. Nikal-metalhidrid baterija (NiMh)	17
4.2.4. Litij-ion baterija (Li-ion)	17
4.3. Utjecaj baterija na okoliš	18

5. PUNIONICE ZA HIBRIDNA I ELEKTRIČNA VOZILA	19
5.1. Punjač na kućnu utičnicu	19
5.2. Punjač na rasvjetnim stupovima	20
5.3. AC punjači.....	20
5.4. DC punjači.....	21
5.5. Tesla punjači.....	21
6. SMJERNICE ZA POSTOPANJE KOD INTERVENCIJA HIBRIDNIH I ELEKTRIČNIH VOZILA.....	22
6.1. Prepoznavanje odnosno identifikacija vozila.....	25
6.2. Stabilizacija	25
6.3. Onemogućavanje izravnih opasnosti.....	26
6.4. Pristup unesrećenima.....	27
6.5. Spremljena energija/tekućine/plinovi.....	28
6.6. Postupanje u slučaju požara.....	28
6.7. Postupanje u slučaju potapanja	29
6.8. Vučenje/prijevoz/skladištenje	29
6.9. Važne dodatne informacije.....	30
6.10. Pojašnjenje piktograma	30
7. UPUĆIVANJE VATROGASNIH SNAGA JVP GRADA ZAGREBA NA INTERVENCIJU SA BEV I HEV	31
8. POSTUPANJE VATROGASACA PRI TEHNIČKIM INTERVENCIJAMA SA BEV I HEV	33
9. POSTUPANJE VATROGASACA PRI POŽARNIM INTERVENCIJAMA SA BEV I HEV	37
10. ALATI I OPREMA ZA ASISTENCIJU PRI INTERVENCIJAMA SA BEV I HEV VOZILIMA	40
10.1. Emergency Plug H1.....	40
10.2. Beskontaktni ispitivač napona-detektor napona	41
10.3. Rukavice za zaštitu od napona	41
10.4. Škare za visoki napon.....	42
10.5. Roll-of kontejneri	42
10.6. Recover E-Bag.....	43

10.7. Deka/cerada za gašenje požara auta	44
10.8. Koplje mlaznica za gašenje	44
10.9. Rosenbauer Best (Baterij Extinquishing System Tehnology)	45
10.10. Termovizijske kamere	45
11. OPASNOSTI KOD INTERVENCIJA NA BEV I HEV	46
11.1. Električni udar	46
11.2. Zapaljenje baterije	46
11.3. Eksplozija baterije	46
11.4. Nakupljena/kondenzirana energija	46
12. MJERE ZAŠTITE NA INTERVENCIJAMA BEV I HEV	47
12.1. Korištenje kompletne zaštitne opreme na intervenciji	47
12.2. Poznavanje osnovnih pravila spašavanja	47
13. ZAKLJUČAK	48
14. LITERATURA	49
15. POPIS SLIKA	51
16. POPIS KRATICA	52

1. UVOD

U posljednjih nekoliko godina na našim se cestama sve češće pojavljuju vozila na hibridni i električni pogon. Dok za jedan dio populacije to predstavlja napredak i ekološku osviještenost zbog zamjene benzinskih ili dizelskih motora ekološki prihvatljivijim rješenjima, za drugi dio stanovništva takva vozila predstavljaju potencijalnu opasnost. Ovaj izazov posebno pogađa vatrogasce koji se dosad nisu susretali s ovakvim vrstama vozila tijekom tehničkih ili požarnih intervencija. Intervencije koje uključuju hibridna i električna vozila predstavljaju veliki izazov te zahtijevaju temeljitu pripremu i edukaciju vatrogasaca kako bi se takva znanja uspješno primjenjivala u praksi.

Povijesno gledano, ljudi su se uvijek zanimali za razvoj vatrogasne opreme što dokazuju najstariji zapisi. Današnje vatrogastvo nezamislivo je bez specijaliziranih vozila, opreme i alata, što je rezultat modernizacije i kontinuiranog tehnološkog razvoja kroz nekoliko stoljeća. Budući da modernizacija i otkrića novih tehnologija neprestano napreduju, važno je osigurati pravilnu primjenu i testiranje tih tehnologija. Vatrogasci moraju biti upoznati s novim tehnologijama i znati ih koristiti na siguran način kako bi se tijekom intervencija izbjeglo ugrožavanje vlastitih i tuđih života. U vatrogastvu se još od davnina nastoji olakšati djelovanje vatrogasaca što je u današnje vrijeme dovelo do značajnog napretka vatrogasne tehnologije. No, s tim napretkom dolazi i do novih izazova. Osim posjedovanja suvremene vatrogasne tehnologije, vatrogasci moraju imati i veliko znanje, a iskustvo se stječe kroz redovite vježbe i brojne intervencije.

Nove tehnologije u vatrogastvu predstavljaju široko i složeno područje, a intervencije s hibridnim i električnim vozilima su samo jedan od aspekata. Ovaj rad fokusira se na problematiku intervencija s takvim vozilima s ciljem približavanja izazova i opasnosti koje vatrogasci mogu susresti u takvim situacijama.

1.1. Predmet i cilj rada

Predmet ovog rada je sažeto objasniti kako moderna tehnologija može pomoći vatrogascima u svim aspektima njihove djelatnosti. U radu su opisana električna i hibridna vozila, vrste baterija koje ta vozila koriste, postupci spašavanja iz takvih vozila, metode gašenja te opasnosti koje se mogu pojaviti tijekom takvih intervencija.

Cilj rada je pružiti detaljniji uvid u ovu novu problematiku u vatrogastvu, odnosno u specifične opasnosti koje predstavljaju hibridna i električna vozila.

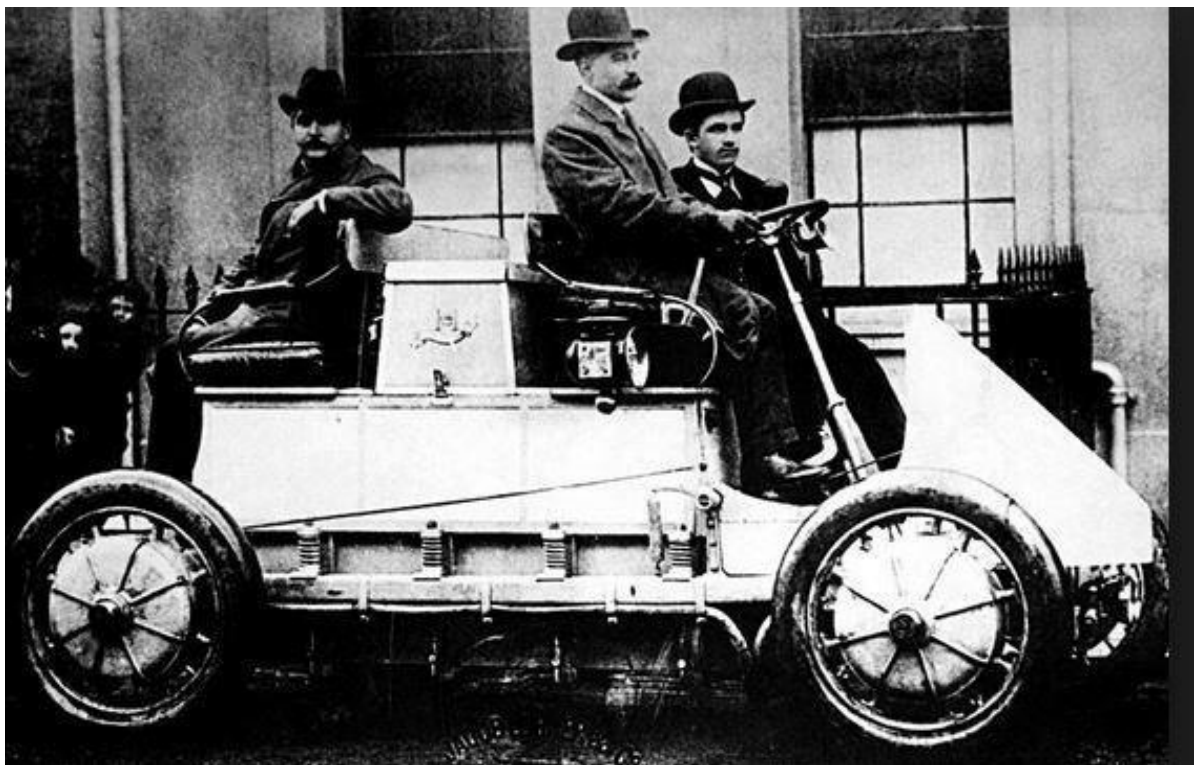
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Za teorijski dio ovog završnog rada korištena je stručna literatura, vlastiti materijali i bilješke sa seminara i osposobljavanja, knjige posuđene u knjižnici, materijali proizvođača vatrogasne opreme te internetske stranice povezane s ovom temom kako bi rad bio što potpuniji. Budući da su hibridna i električna vozila relativna novost na našem tržištu, postoji vrlo malo dostupne literature, posebno one koja se odnosi na vatrogastvo. Zbog toga je pristup materijalima za rad bio otežan, pa se velik dio rada temelji na vlastitom iskustvu i istraživanju.

2. HIBRIDNA VOZILA

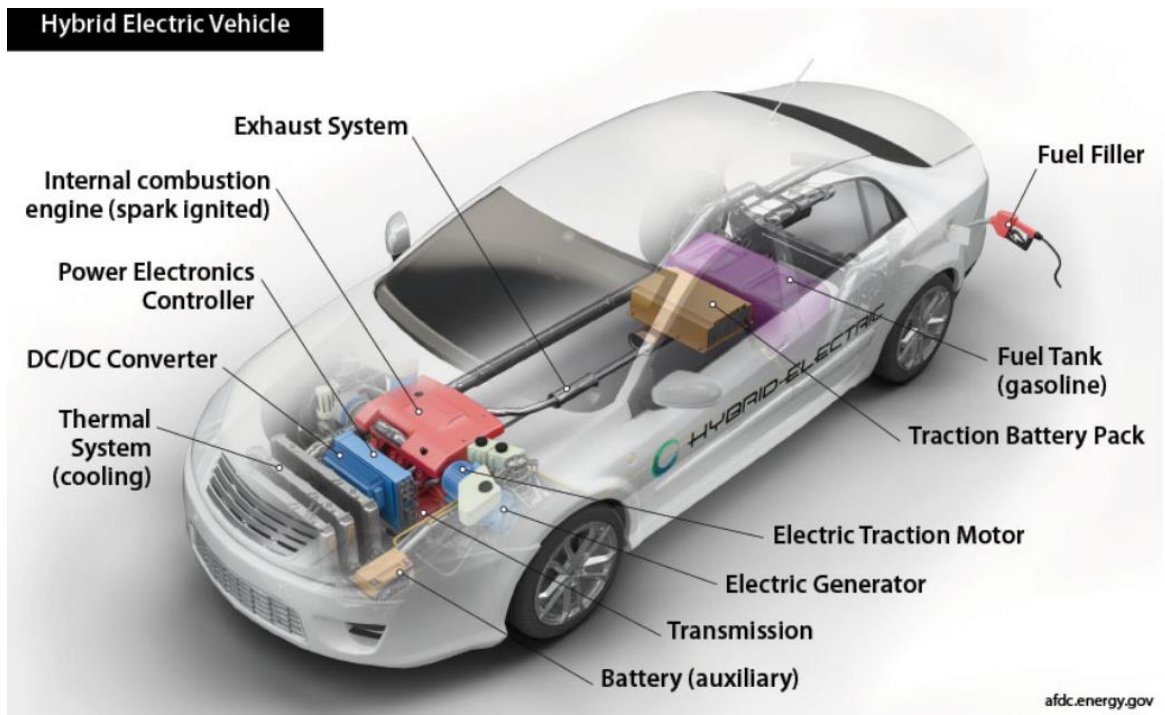
2.1. Definiranje pojmova o hibridnim vozilima

Prva hibridna vozila razvijena su u zemljama koje danas nisu vodeće u automobilskoj industriji, poput Belgije i Austrije. Jedno od prvih hibridnih vozila bio je Lohner-Porsche(Slika 1), kojeg je 1901. konstruirao Ferdinand Porsche. U normalnoj vožnji benzinski motor punio je baterije, dok su pri većim naprezanjima, poput uspona, oba motora radila zajedno. Elektromotori su bili smješteni u kotačima [1].



Slika 1. Lohrer-Porsche, prvo hibridno vozilo [1]

Hibridna vozila (HEV) prepoznaju se kao štedljiva vozila koja kombinirano koriste tekuće gorivo i električnu energiju. Za pogon koriste dva ili više izvora energije, za razliku od klasičnih automobila. Elektromotor se koristi za gradsku vožnju, dok se motor s unutarnjim izgaranjem (benzinski ili dizelski) koristi za međugradsku vožnju. Kombinacija baterija, elektromotora i motora s unutarnjim izgaranjem pridonosi manjoj potrošnji fosilnih goriva i smanjenju emisije ispušnih plinova [2]. Na Slici 2. prikazano je jedno takvo moderno hibridno vozilo.



Slika 2. Dijelovi hibridnog vozila [2]

Kako bi se naglasilo prisustvo elektromotora uz standardni benzinski ili dizelski agregat svi hibridni modeli moraju biti obilježeni univerzalno prihvaćenom oznakom(Slika 3.)[2].



Slika 3. Oznaka hibridnog vozila [7]

Iz stručnog gledišta kod vatrogasnih intervencija na hibridnim vozilima, pristup i rad na takvim vozilima mora biti s velikom pozornošću zbog svakakvih opasnosti koje prijete i one će biti opisane u ovom radu.

2.2. Glavna podjela hibrida

S obzirom na autonomnost električnog pogona, hibridi se dijele na:

1. Djelomične hibride (eng. Mild hybrid): Elektromotor služi samo kao pomoć motoru s unutarnjim izgaranjem. Dodatna snaga koju on razvija je manja, pa je stoga i ušteda goriva manja. Djelomični hibrid je jeftiniji od potpunog hibrida [2].
2. Potpune hibride (eng. Full hybrid): Potpuni hibrid omogućuje vožnju pogonjenu samo elektromotorom. U tom slučaju elektromotor ima barem jednu trećinu snage motora s unutarnjim izgaranjem [2].

2.3. Vrste hibridnih pogona

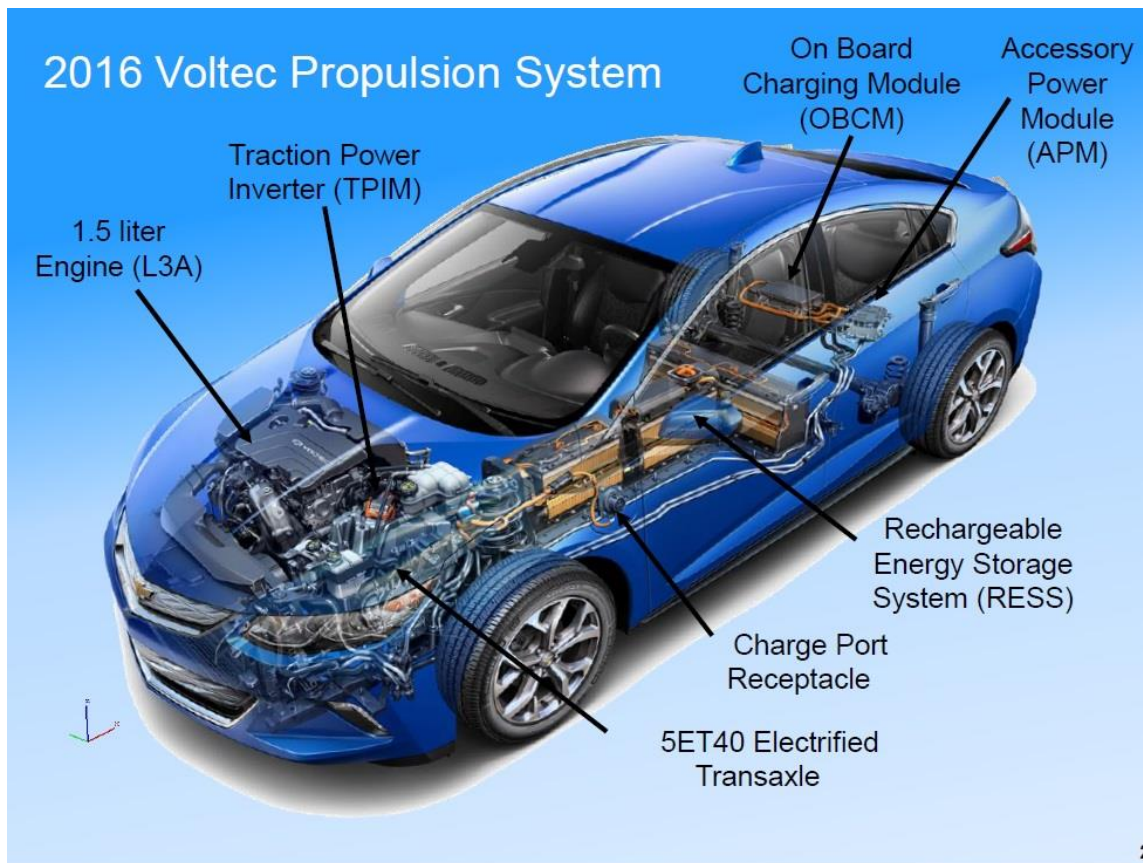
S obzirom na vezu električnog i mehaničkog pogona, hibridi se dijele na:

1. Serijski hibridi
2. Paralelni hibridi
3. Serijsko – paralelni hibridi
4. Plug-in hibridi
5. Hibridi sa gorivim člancima [2]

2.3.1. Serijski hibridi

Kod serijskog hibrida pogonske kotače uvijek pogoni elektromotor, bez ikakve mehaničke veze s motorom s unutarnjim izgaranjem (MSUI). Kako bi se povećao domet serijskog hibrida, motor s unutarnjim izgaranjem se uključuje po potrebi i preko generatora proizvodi električnu energiju kojom puni baterije. Na taj način motoru s unutarnjim izgaranjem je omogućen rad u optimalnom radnom području s najmanjom potrošnjom goriva. Poboljšanje energetske učinkovitosti postiže se i time što se iskorištava energija kočenja, tako što elektromotor postaje generatorom kojega tjeraju kotači. Učinkovitost takvog pogona je ipak dijelom smanjena zbog gubitaka u pretvaranju mehaničke energije u električnu, te naknadnog pretvaranja električne energije iz baterija u mehaničku energiju [2].

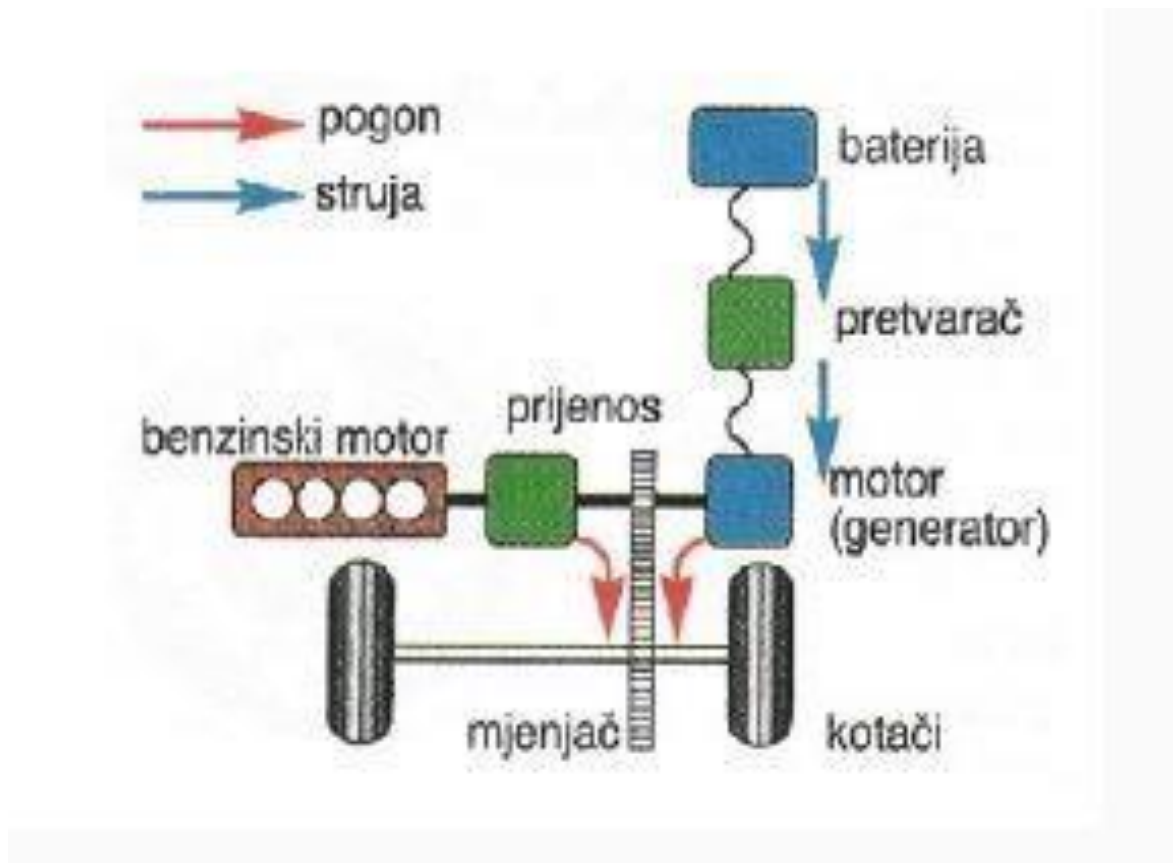
Primjera serijskih hibrida uključuju Chevrolet Volt (Slika 4.) i BMW i3.



Slika 4. Chevrolet Volt shema [2]

2.3.2. Paralelni hibridi

Kod paralelnog hibrida (Slika 5.) postoji mogućnost pogona vozila istovremeno motorom s unutarnjim izgaranjem i elektromotora. Također postoji i mogućnost pogona samo jednog od tih motora. Kod takvih hibrida motori i mjenjač povezani su automatskim spojkama, a vozne mogućnosti su ograničene kapacitetom baterije. Tijekom vožnje, sustav automatski odabire najbolji izvor snage na temelju trenutnih uvjeta [2].



Slika 5. Paralelni hibridni pogon [11]

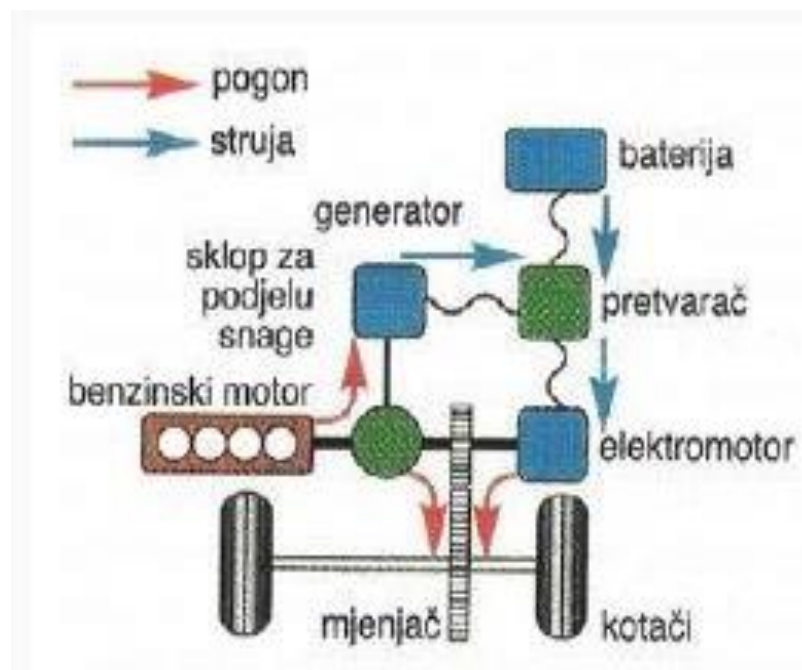
Prvi paralelni hibrid koji je ušao u masovnu proizvodnju je Honda Insight (Slika 6.).



Slika 6. Honda Insight [2]

2.3.3. Serijsko- paralelni hibridi

Serijsko-paralelni hibrid (Slika 7.) je kombinacija serijskog i paralelnog hibridnog pogona, objedinjujući prednosti oba sustava. Kod ovih hibrida, raspodjela snage na pogonske kotače dijeli se između elektromotora i motora s unutarnjim izgaranjem pomoću posebnog diferencijala. Omjer razdiobe snage može biti od 0-100 % u korist ili elektromotora ili motora s unutarnjim izgaranjem. Motor s unutarnjim izgaranjem također se može koristiti za punjenje baterija. Na otvorenoj cesti primarni motor je motor s unutarnjim izgaranjem, dok elektromotor služi kao dodatna snaga (npr. kod pretjecanja). Učinkovitost serijsko-paralelnog hibrida znatno je veća od učinkovitosti samo serijskog ili paralelnog hibrida. [2]



Slika 7. Serijsko-paralelni hibridni pogon [11]

Najprodavaniji i najpoznatiji serijsko paralelni hibrid je Toyota Prius. (Slika 8.)



Slika 8. Toyota Prius [2]

2.3.4. Plug-in hibridi

Plug-in hibridno električno vozilo (PHEV) je hibridno električno vozilo čija se baterija može napuniti priključivanjem u vanjski izvor električne energije, kao i pomoću motora i generatora. Motor takvog vozila sastoji se od benzinskog motora i elektromotora (Slika 9). Može biti izveden sa serijskim i sa paralelnim pogonskim sustavom. Plug-in hibridi imaju veće baterije nego klasični hibridi kako bi vozilu bio omogućen veći domet vožnje samo na električnu energiju. Na taj način također smanjuju emisije štetnih plinova i predstavljaju prijelazni oblik između hibridnih i potpuno električnih vozila [2].



Slika 9. Izgled motora Plug-in hibrida [2]

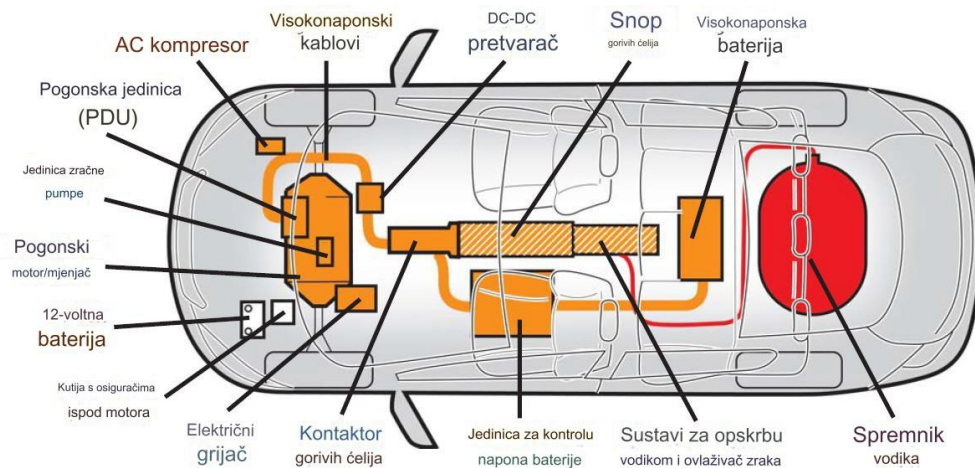
Najpoznatiji primjeri Plug-in hibrida su Ford Fusion Energy (Slika 10.) i Toyota Prus Plug-in Hybrid (Slika 9.).



Slika 10. Ford Fusion Energy [2]

2.3.5. Hibridi sa gorivim člankom

Hibridi s vodikovim gorivim člankom (Slika 11.) koriste gorivi članak i električne baterije kao izvor snage. Gorivi članak puni baterije koje preko elektromotora pogone vozilo. Najznačajniji primjeri hibrida sa gorivim člankom su Chevrolet Equinox FCEV (Slika 12.), Ford Edge Hyseries Drive i Honda FCX [2].



Slika 11. Dijelovi hibrida sa gorivim člankom [10]



Slika 12. Chevrolet Equinox hibrid s vodikovim gorivim člankom [2]

2.4. Prednosti i mane hibridnih vozila

Razlog kupnje hibridnog vozila kod većine kupaca je njihova najveća prednost, tj. jako niska potrošnja goriva u odnosu na vozila bez hibridnog sustava.

Razlika u potrošnji goriva najveća je kod potpunih hibrida i plug-in hibrida kada se vozilo koristi većinom u gradskoj vožnji. [9]

2.4.1. Prednosti hibridnih vozila

1. Niska potrošnja goriva, osobito u gradskoj vožnji
2. Smanjen utjecaj na okoliš, osobito u gradskoj vožnji
3. Ugodna i tiha vožnja
4. Dokazano pouzdani
5. Relativno niski troškovi održavanja
6. Jeftiniji od električnih vozila
7. Mogućnost sufinanciranja poticajima FZOEU [9]

2.4.2. Mane hibridnih vozila

1. Veća početna cijena vozila
2. Ovisnost o MSUI i cijeni goriva
3. Smanjen prostor unutar vozila (stražnja klupa, prtljažnik)
4. Potencijalno skupi popravci i zamjene baterija
5. Veća težina vozila zbog baterija [9]

3. VOZILA NA ELEKTRIČNI POGON

3.1. Povijest vozila na električni pogon

Električni automobili u današnje su vrijeme sve popularniji, što potvrđuju i podaci o broju registriranih električnih vozila u našoj zemlji, ali i diljem svijeta. Razlog tome leži u sve većoj osviještenosti ljudi o važnosti zaštite okoliša te činjenici da gotovo svaki proizvođač automobila danas u svojoj ponudi ima barem jedan model električnog vozila.

Postoji često krivo uvjerenje da su električna vozila novijeg datuma. Međutim, prvi električni automobil (Slika 13.) konstruirao je Robert Anderson još 1832. godine. Električna vozila počela su se proizvoditi krajem 19. i početkom 20. stoljeća. Tada su doživjela zlatno doba jer su bila udobnija i jednostavnija za korištenje od vozila s motorom s unutarnjim izgaranjem (MSUI). Razvojem i unaprjeđenjem MSUI-a dolazi do pada prodaje električnih vozila, što je na kraju rezultiralo njihovim prestankom proizvodnje. Ponovno zanimanje za električna vozila javlja se tijekom energetske krize 1970-ih i 1980-ih godina, a najveći interes ponovno je zabilježen 2000. godine zbog naglog porasta cijena goriva i potrebe za smanjenjem emisije stakleničkih plinova [13].

Električna vozila dakle imaju bogatu povijest, a njihov razvoj u budućnosti tek ćemo vidjeti.



Slika 13. Prvi električni automobil [13]

3.2. Definiranje pojmova električnih vozila

Električni automobil (Slika 14.) definira se kao vozilo koje se pokreće elektromotorom koristeći električnu energiju pohranjenu u akumulatoru ili drugim uređajima za pohranu energije. Elektromotorni pogon takvih vozila naziva se električnom vučom, pa se ona ponekad nazivaju i elektrovučnim vozilima [13].

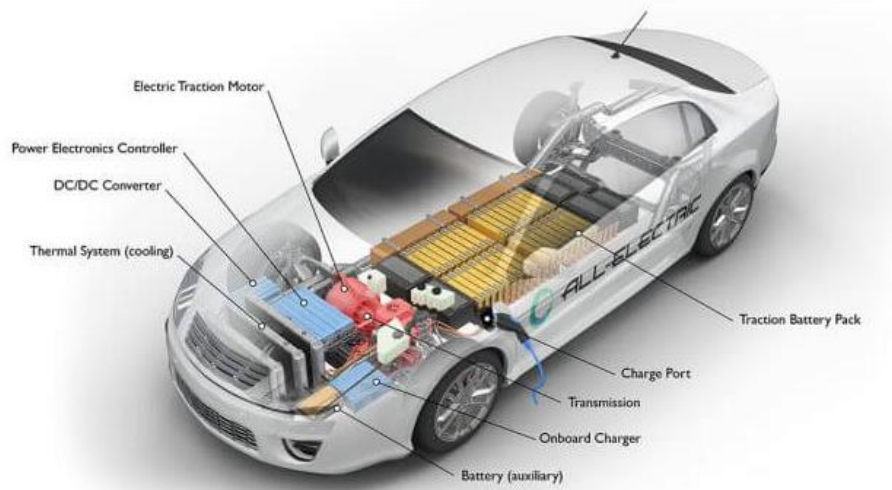
Električna vozila uglavnom ne ispuštaju štetne plinove, ne stvaraju buku i imaju veći stupanj učinkovitosti te bolje vozne karakteristike u usporedbi s vozilima pogonjenim MSUI-om iste snage. Njihove prednosti su stoga značajne. U posljednje se vrijeme intenzivno radi na razvoju i uvođenju električnih vozila na tržište, pa se očekuje da bi u bliskoj budućnosti mogla preuzeti veći udio u automobilskoj industriji [11].



Slika 14. Električni automobil [13]

3.3. Osnovni dijelovi električnog automobila

Osnovni elementi pogonskog sustava električnog automobila (Slika 15.) uključuju električni motor, električne pogonske baterije i upravljač (kontroler) motora. Ostali dijelovi električnog automobila su: analogno-digitalni pretvarač signala papučice gasa, sklopnik, osigurač ili prekidač, istosmjerni pretvarač napona za pogon uobičajeno ugrađenih trošila na naponskoj razini 12 V (svjetla, pokazivači smjera, brisači, zvučni signal, radio i slično), te mjerni instrumenti za upravljanje vozilom (pokazivač preostalog kapaciteta baterija, napon, struja, snaga, brzina), kao i punjač baterija. Vozilo na električni pogon također mora sadržavati kablove pogonskog napona [13].



Slika 15. Osnovni elementi za pogon električnog automobila [13]

3.4. Prednosti i mane električnih vozila

Često se može čuti da su električni automobili naša budućnost i dio vozača već i prelazi na djelomično ili potpuno električna vozila. Kako i svako vozilo tako i električno vozilo ima svoj prednosti i mane. [13]

3.4.1. Prednosti električnih automobila

1. Nema neugodnih mirisa
2. Troškovi trenutno su niži nego kod benzina i dizela
3. Mirna, tiha vožnja i trenutno ubrzanje
4. Poticaji prilikom kupnje
5. Ušteda na održavanju
6. Idealno rješenje za vožnju u gradovima

3.4.2. Mane električnih vozila

1. Cijena električnog vozila znatno je veća od vozila s benzinskim ili dizelskim motorom
2. Cijena električne energije znatno je porasla od 2022. godine
3. Domet vozila može biti izazov
4. Zimski uvjeti ograničavaju performanse baterije
5. Nedovoljna i komplicirana infrastruktura za punjenje
6. Dugo vrijeme punjenja.

4. BATERIJA U BEV, HEV, PHEV

4.1. Definiranje pojmova o baterijama

Baterijski sustav električnog vozila osmišljen je za napajanje elektromotora koji pogoni električno vozilo. Takav sustav sastoji se od jediničnih ćelija spojenih paralelno ili serijski i predstavlja ekvivalent spremniku goriva u konvencionalnim vozilima. Baterije koje se koriste u tu svrhu su sekundarne, odnosno mogu se puniti (akumulatori).

Električna baterija (Slika 16.) jedna je od ključnih komponenti električnog vozila, a zbog optimalne raspodjele težine najčešće je smještena ispod sjedala. U prošlosti su električni automobili koristili nikal-metal-hibridne baterije, koje su imale sklonost samopražnjenja pri višim temperaturama. S vremenom su ovu zastarjelu vrstu baterija zamijenile litij-ionske baterije koje imaju veću gustoću energije, dulji vijek trajanja i veću gustoću snage. Ipak, korištenje litij-ionskih baterija nosi sa sobom izazove vezane uz sigurnost, trajnost, toplinske kvarove i troškove, pa se za siguran i učinkovit rad moraju koristiti unutar raspona sigurne temperature i napona. Kako se litij-ionske baterije postupno poboljšavaju, tako se povećava i prodaja električnih vozila diljem svijeta [12].



Slika 16. Baterija električnog vozila [12]

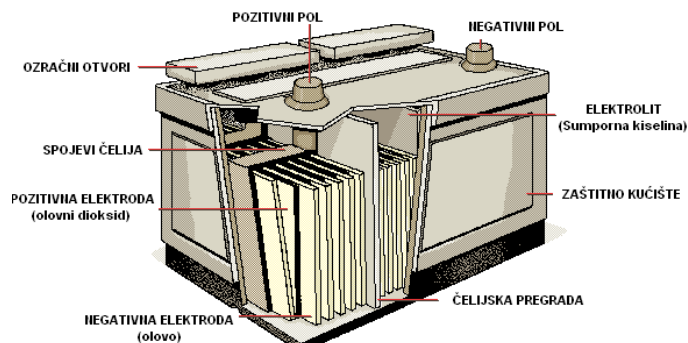
4.2. Tipovi baterija

Tipovi baterija koje se najčešće koriste u električnim vozilima su:

1. Olovna baterija (Pb)
2. Nikal-kadmij baterija (NiCd)
3. Nikal-metalhidrid baterija (NiMh)
4. Litij-ion baterija (LI-ion) [12]

4.2.1. Olovna baterija (Pb)

Olovna baterija (Slika 17.) najstariji je tip punjive baterije. Po svojim karakteristikama robusna je i ekonomična, no ima nisku specifičnu energiju i ograničen broj ciklusa punjenja i pražnjenja.. U režimu rada gdje se prazne velikim strujama, njihov vijek trajanja znatno se smanjuje, a pri niskim temperaturama kapacitet im također naglo opada. [12]



Slika 17. Olovna baterija [12]

4.2.2. Nikal-kadmij baterija (NiCd)

Nikal-kadmij baterija (Slika 18.) koristi se kada je potreban dugi vijek trajanja, visoka struja pražnjenja i otpornost na ekstremne temperature. Ova je baterija poznata po svojoj robusnosti i izdržljivosti te omogućuje vrlo brzo punjenje uz minimalni stres na bateriju. Glavni nedostatak ove baterije je to što je kadmij, koji je vrlo otrovan i opasan, te se danas zbog ekoloških razloga sve više zamjenjuje drugim materijalima.



Slika 18. Nikal-kadmij baterija [12]

4.2.3. Nikal-metalhidrid baterija (NiMh)

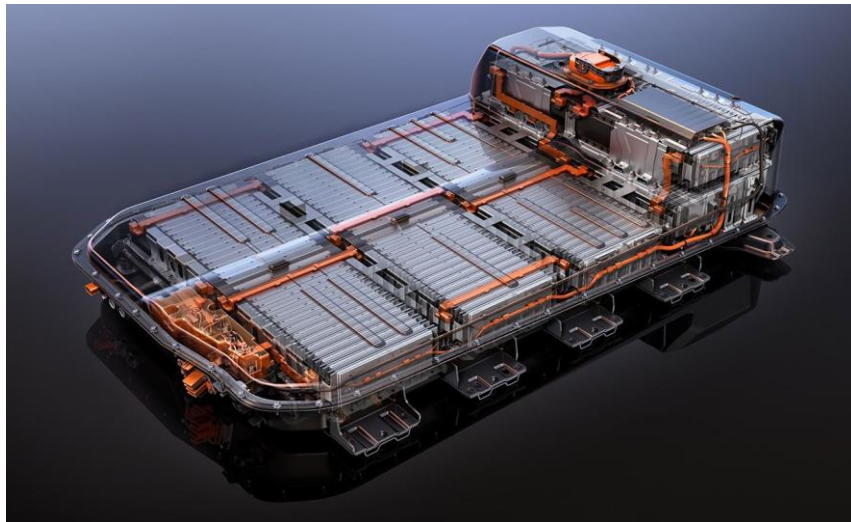
Nikal-metalhidrid baterija (Slika 19.) zamjena je za NiCd jer ima samo blago toksične metale i osigurava veću specifičnu energiju. Međutim, veliki problem ove vrste baterije je relativno kratak vijek trajanja [12].



Slika 19. Nikal-metalhidrid baterija [12]

4.2.4. Litij-ion baterija (Li-ion)

Litij-ionske baterije (Slika 20.) su lagane baterije s velikom gustoćom snage te imaju dugi vijek trajanja i veliki kapacitet, no zato su dosta skuplje od ostalih vrsta baterija. Zbog sigurnosnih razloga potrebno je zaštititi elektroničko sklopovlje za korištenje ovih baterija. [12]



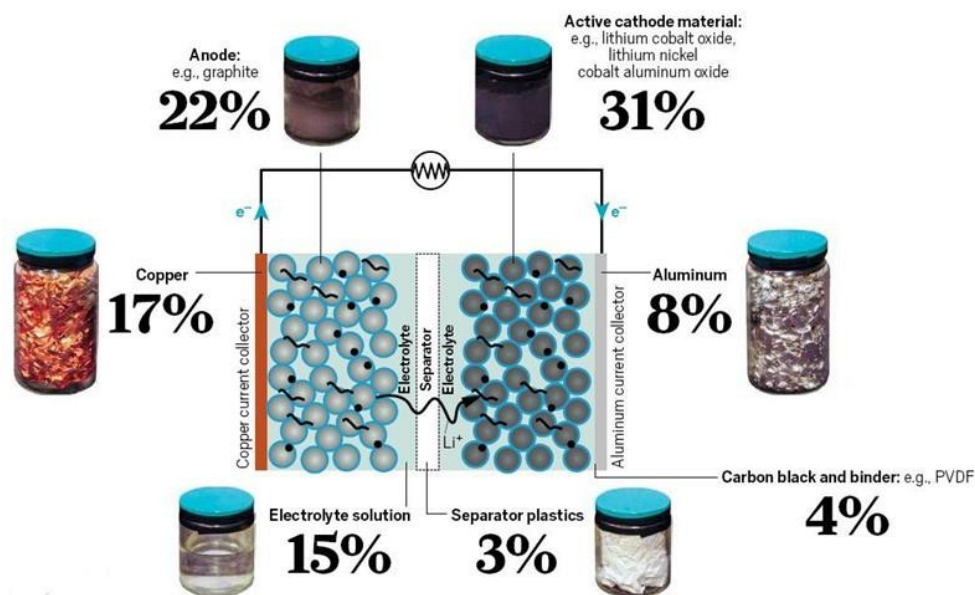
Slika 20. Litij-ion batreija [12]

4.3. Utjecaj baterija na okoliš

S porastom broja električnih automobila na cestama, sve veća pažnja posvećuje se utjecaju odbačenih baterija na okoliš. Te baterije već u fazi proizvodnje stvaraju niz ekoloških izazova. Prvi problem odnosi se na iskopavanje potrebnih metala za njihovu proizvodnju, proces koji nosi značajne ekološke troškove. Tijekom rudarenja i ekstrakcije metala oslobađaju se otrovne pare, a za postupak je potrebna velika količina vode. Stručnjaci procjenjuju da se za proizvodnju jednog električnog automobila stvara oko četiri tone CO₂.

Nakon što baterije postanu neupotrebljive, njihovo zbrinjavanje i recikliranje predstavlja sljedeći izazov. Kako bi se smanjila potreba za rudarenjem novih metala, ključno je uspostaviti učinkovite procese recikliranja starih baterija, čime bi se materijali ponovno upotrijebili u proizvodnji. Međutim, postupak izdvajanja metala iz litij-ionskih baterija složen je i ekonomski zahtjevan. Procjenjuje se da je cijena recikliranog litija više od pet puta veća od cijene sirovog litija dobivenog rudarenjem [12].

Iz svih navedenih razloga može se zaključiti da su trenutne metode recikliranja baterija iz električnih vozila prilično energetske neučinkovite. Potrebno je razviti učinkovitije i isplativije metode recikliranja kako bi se u budućnosti osigurala kvalitetnija i održivija obrada dotrajalih baterija.



Slika 21. Sastav litij-ionskog akumulatora[12]

5. PUNIONICE ZA HIBRIDNA I ELEKTRIČNA VOZILA

Razvoj električnih vozila zahtijevao je i razvoj infrastrukture za njihovo punjenje. U početku su to bili obični kućni punjači, no s vremenom i napretkom tehnologije, danas je dostupno mnogo različitih vrsta punionica za električna vozila. Među najčešće korištenima su kućni punjači, punjači na rasvjetnim stupovima, AC punjači, DC punjači te Tesla punjači [14].

Broj punionica za električne automobile kontinuirano raste. Prema posljednjim podacima Udruženja europskih proizvođača automobila (ACEA), najveći broj punionica za električne automobile nalazi se u Nizozemskoj (144.456), Njemačkoj (120.625) i Francuskoj (119.255). Hrvatska se nalazi na dnu te ljestvice s 1.074 javno dostupna priključna mjesta za punjenje električnih vozila [14].

5.1. Punjač na kućnu utičnicu

Punjač na kućnu utičnicu (Slika 22.) najpoznatiji je i najjednostavniji način punjenja električnih vozila. Riječ je o najpovoljnijem, ali istovremeno i najsporijem načinu punjenja. Iako svaka utičnica može poslužiti za punjenje, preporučuje se koristiti ovu opciju samo ako je kućna instalacija kvalitetna. Naime, slabije i starije instalacije mogu predstavljati rizik od požara zbog većih opterećenja [14].



Slika 22. Punjač za kućnu utičnicu [14]

5.2. Punjač na rasvjetnim stupovima

Punjači na rasvjetnim stupovima još uvijek su rijetkost u Hrvatskoj, osim nekoliko prototipova. Koncept ovih punjača temelji se na zamjeni kućnih utičnica s javno dostupnim punionicama. Time bi se, uz povoljnija financijska sredstva, znatno povećao broj punjača na javnim površinama. Plan je da većina vozila na parkiralištima bude električna, uz punjače postavljene na rasvjetnim stupovima kako bi svako parkirno mjesto imalo jedan punjač [14].



Slika 23. Punjač na rasvjetnom stupovima [14]

5.3. AC punjači

AC punjači namijenjeni su dopunjavanju vozila tijekom kraćih stanki, primjerice tijekom kupovine ili poslovnih sastanaka. Postavljaju se na javnim parkiralištima, u javnim garažama, hotelima i trgovačkim centrima. Za punjenje na ovim punjačima potrebno je imati vlastiti kabel u vozilu, a punjenje se pokreće putem aplikacije povezane s kreditnom ili debitnom karticom putem koje se naplaćuje usluga [14].



Slika 24. AC punjači [14]

5.4. DC punjači

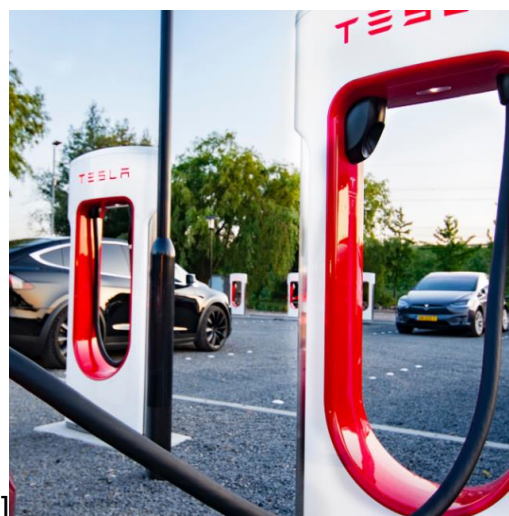
DC punjači, poznati i kao brzi punjači, namijenjeni su dugim putovanjima i najčešće se nalaze uz autoceste, iako ih se sve češće može pronaći i u većim gradovima. S obzirom na to da su najbrži, ujedno su i najskuplji punjači [14].



Slika 25. DC punjači [14]

5.5. Tesla punjači

Tesla punjači predstavljaju najbolje razvijenu mrežu super brzih punjača. Iako su prvenstveno namijenjeni Teslinim vozilima, vozači tih vozila osim Tesla punjača mogu koristiti i sve ostale vrste punjača. Tesla punjači strateški su raspoređeni duž autocesta kako bi pokrili svaku rutu. Na autocestama Teslini punjači mogu biti dostupni i za druga vozila, no to vrijedi samo ako je postavljeno tri ili više punjača, pri čemu je jedan od njih otključan za sva vozila [14].



Slika 26. Tesla punjači [14]

6. SMJERNICE ZA POSTOPANJE KOD INTERVENCIJA HIBRIDNIH I ELEKTRIČNIH VOZILA

Kako i kod svake intervencije, tako i kod intervencija hibridnih i električnih vozila postoje određena pravila (Slika 27.) koja se moraju poštovati kako bi intervencija prošla uspješno i sigurno, i za osobe koje se spašava i za same spašavatelje.

PODSJETNIK

POSTUPANJE SA ELEKTRIČNIM I VOZILIMA NA HIBRIDNI POGON

<p>POČETNE RADNJE I POSTUPCI</p>	<p><u>NAPRAVI POČETNU PROCJENU NA MJESTU INTERVENCIJE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. PREPOZNAJ pogonski sustav vozila (motor vozila) 2. STABILIZIRAJ vozilo 3. ONEMOGUĆI visoki napon i zračne jastuke
---	---

IDENTIFIKACIJA

NATPISI

NALJEPNICE

WARNING
HIGH VOLTAGE
You will be killed or hurt.
Do not remove this cover.
No customer serviced parts inside.

300V

INSTRUMENTI

AUTO STOP

READY

KOMPONENTE

NARANČASTI KABEL = VISOKI NAPON

STABILIZACIJA

KLOCNE ZA PODKOTAČE

RUČNA/PARKINA KOČNICA

MJENJAČ U "PARK" ILI U BRZINU

ONEMOGUĆI

UGASI POGON VOZILA*

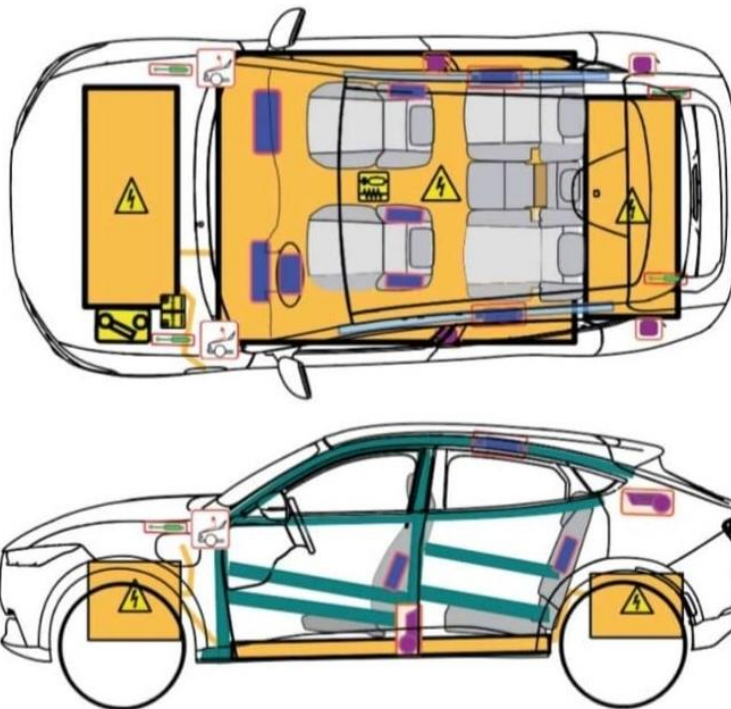
ODPOJI AKUMULATOR (12V)

*** AKO JE VOZILO OPREMLJENO KLJUČEM SA SENZOROM UDALJENOSTI ODMAKNI KLJUČ NAJMANJE 5 M**

Slika 27. Kratki podsjetnik za intervencije sa BEV i HEV [8]

Električno vozilo vizualno se ne razlikuje od vozila s motorom s unutarnjim izgaranjem. Svako električno ili hibridno vozilo konstrukcijski je specifično, a svaka marka vozila ima svoje posebnosti koje mogu predstavljati različite opasnosti za spasioce. Stoga je u slučaju tehničke ili požarne intervencije od ključne važnosti što prije identificirati vrstu vozila, jer jedino uz to znanje mogu se poduzeti odgovarajuće mjere.

Kako bi se te opasnosti svele na minimum i vatrogascima omogućilo sigurnije izvođenje intervencije, Međunarodna udruga vatrogasnih spasilačkih službi (CTIF) i Novi europski program procjene automobila (NCAP) izradili su besplatnu aplikaciju.



Napomena: Slika prikazuje najveći mogući raspon opreme.

	Zračni jastuk		Spornost potiska za napajanje pila		Zatezač sigurnosnog pojasa		SRS upravljačka jedinica		Zaštita pješaka aktivni sustav
	Automatski sustav zaštite od prevrtanja		Plinska opruga/prednapeta opruga		Zone visoke (ovrtace)		Posebna pozornost		
	Paket baterija, niskonaponski		Ultrakondenzator, niski napon		Spremnik goriva		Spremnik plina		Sigurnosni ventil
	Baterija, visoki napon		Visokonaponski kabel za napajanje		Visokonaponski rastavljač		Kutija s osiguračima, uključivanje visokonaponskog sustava		Ultrakondenzator, visoki napon
	Niskonaponski uređaj koji isključuje visoki napon		Kutija s osiguračima isključuje visoki napon		Visokonaponska komponenta				

Slika 28. Početni zaslone aplikacije Rescue Code [8]

Aplikacija vatrogascima omogućuje trenutni pristup tehničkim podacima o vozilu, čime se olakšava i ubrzava intervencija. Voditelj intervencije koristi tablet s instaliranom aplikacijom EURO RESCUE koja očitava QR kod (Slika 29.) postavljen na vjetrobranskom (u donjem desnom kutu) ili stražnjem (u donjem lijevom kutu) staklu. Očitanjem koda prikazuju se liste za spašavanje.



Slika 29. QR kod na vjetrobranskom staklu [8]

Ako QR kod nije dostupan, marka i model vozila mogu se ručno unijeti u aplikaciju kako bi se prikazali svi potrebni podaci o vozilu. Liste za spašavanje u aplikaciji ključne su za brzu i sigurnu intervenciju. Sadrže informacije poput mjesta na kojem su smještene baterije, vrstu motora, položaj zračnih jastuka, visokonaponskih kablova, te sigurnih točaka za rezanje alatom. Također sadrže 10 smjernica za postupanje s vozilom koje je identificirano, uključujući:

1. Prepoznavanje
2. Stabilizacija
3. Onemogućavanje direktnih opasnosti
4. Pristup unesrećenom
5. Spremljena energija/tekućine/plinovi
6. Postupanje u slučaju požara
7. Postupanje u slučaju potapanja
8. Vučenje/prijevoz/skladištenje
9. Važne dodatne informacije
10. Objašnjenje piktograma[8]

6.1. Prepoznavanje odnosno identifikacija vozila

Prije samog dolaska na intervenciju, od iznimne je važnosti da vatrogasci prepoznaju o kakvom se vozilu radi. Električno vozilo može se odmah prepoznati po oznaci proizvođača koja je obvezno plave boje [8].



Slika 30. Identifikacija vozila [8]

6.2. Stabilizacija

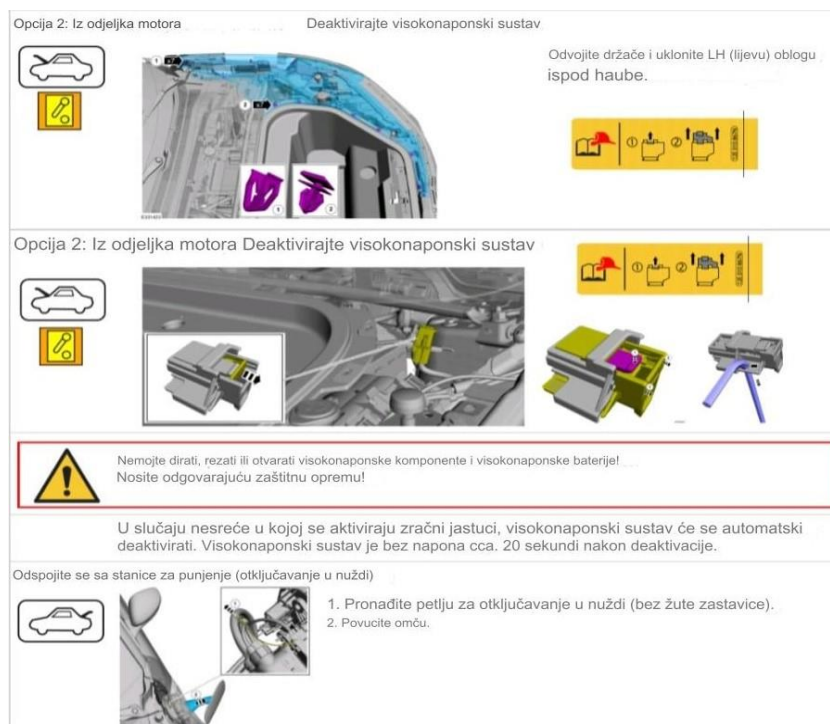
Pod stabilizacijom vozila na intervenciji podrazumijeva se osiguranje vozila od daljnjih pomicanja kako ne bi došlo do ozljeda spasitelja ili unesrećenih osoba. Ovo je važan korak za sigurno spašavanje [8].



Slika 31. Stabilizacija vozila [8]

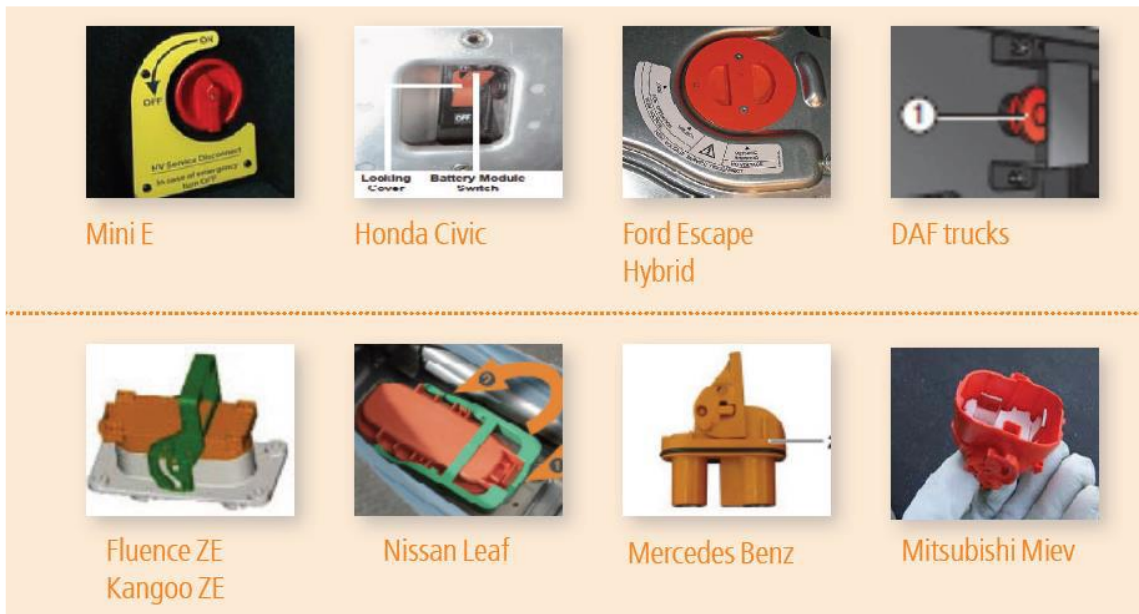
6.3. Onemogućavanje izravnih opasnosti

U ovom poglavlju obrađuje se isključivanje pogonskog sustava vozila. Prvi korak je osigurati da je vozilo ugašeno. Ako nije, treba ga ugasiti vađenjem ključa iz brave (ili kartice) i njegovim uklanjanjem iz blizine vozila, najmanje 5 metara, čime se prekida kontakt s vozilom i sprečava slučajno pokretanje motora. U ovoj smjernici nalaze se upute za isključivanje motora u slučaju da je ostao upaljen te za deaktivaciju visokonaponskog sustava (Slika 32.) [8].



Slika 32. Onemogućavanje izravnih opasnosti [8]

Sva električna vozila moraju imati lako dostupnu sigurnosnu sklopku (Slika 33.). Položaj tih sklopki ovisi o proizvođaču; mogu se nalaziti u bočnom pragu, prtljažniku ili ispod poda ispred suvozača. Točan položaj može se pronaći pomoću aplikacije opisane u poglavlju 6.1. Ako je moguće, potrebno je isključiti tu sigurnosnu sklopku kako bi se glavna baterija odvojila od ostatka vozila, čime se povećava sigurnost intervencije za unesrećene osobe i spasioce [8].



Slika 33. Sigurnosne sklopke u električnim automobilima [8]

6.4. Pristup unesrećenima

U ovom poglavlju liste za spašavanje prikazani su pristupi do unesrećenih osoba, uključujući informacije o vrsti stakla na vozilu (Slika 34.).



Slika 34. Pristupi unesrećenima [8]

6.5. Spremljena energija/tekućine/plinovi

Svako vozilo sadrži neku vrstu spremljene energije, bilo da se radi o tekućinama, plinovima ili drugom obliku energije. U ovom poglavlju prikazuju se sve vrste spremljene energije u vozilu te njihova točna lokacija (Slika 35.) [8].



Slika 35. Spremljena energija u vozilu [8]

6.6. Postupanje u slučaju požara

Ovo poglavlje opisuje sve opasnosti koje se mogu pojaviti u slučaju požara na vozilu (Slika 36.). Također navodi na što treba obratiti pozornost tijekom gašenja i koji opasni produkti mogu nastati [8].



Slika 36. Postupak u slučaju požara [8]

6.7. Postupanje u slučaju potapanja

U slučaju da je vozilo potopljeno i da ga je potrebno izvaditi iz vode, prikazani su postupci za to bez opasnosti za spasioce (Slika 37.). Kao i kod svake intervencije, potrebno je koristiti svu zaštitnu opremu i deaktivirati visokonaponski sustav prije bilo kakvih radnji na vozilu [8].



Slika 37. Postupak u slučaju potapanja [8]

6.8. Vučenje/prijevoz/skladištenje

Ovo poglavlje služi za informiranje o daljnjim koracima nakon završene intervencije na vozilu (Slika 38.). U pravilu, svako električno vozilo nakon tehničke ili požarne intervencije može biti opasno i sklono samozapaljenju. Stoga ga je potrebno smjestiti u karantenu i udaljiti najmanje 5 metara od drugih vozila i zgrada [8].



Slika 38. Postupak u slučaju prijevoza vozila [8]

6.9. Važne dodatne informacije

Ako postoje dodatne informacije za traženo vozilo, one su prikazane u ovom poglavlju (Slika 39.) [8].



Slika 39. Važne dodatne informacije [8]

6.10. Pojašnjenje piktograma

U posljednjem poglavlju liste za spašavanje nalaze se svi piktogrami koji su korišteni za vozilo (Slika 40.). Piktogrami su simboli svih potencijalnih opasnosti koje se nalaze u vozilu. Lako su razumljivi, uočljivi i brzo shvatljivi, što je iznimno važno tijekom intervencija [8].

10. Objašnjenje korištenih piktograma							
 zapaljiv	 Eksplozivno	 nagrizajući	 Opasnosti za ljudsko zdravlje	 Opasnost po okoliš	 Električno vozilo	 Upozorenje o visokom naponu	 Oprez, opasnost
 Koristite puno vode za gašenje požara	LI ION Litij-ionska baterija	 Opasan napon	 Koristite toplotniku infracrvenu kameru	 Koristite pametni ključ			

Slika 40. Pojašnjenje korištenih piktograma [8]

7. UPUĆIVANJE VATROGASNIH SNAGA JVP GRADA ZAGREBA NA INTERVENCIJU SA BEV I HEV

Svaka vatrogasna postrojba ima svoj operativno-komunikacijski centar, mjesto na kojem se zaprimaju pozivi građana o intervencijama. Operativno-komunikacijski centar JVP Grada Zagreba – Centar veze "193" (Slika 41.) smješten je u Savskoj cesti 1, u krugu Vatrogasne postaje Centar. Tamo se 24 sata dnevno zaprimaju sve dojave o opasnim događajima na pet istovremenih linija "193".

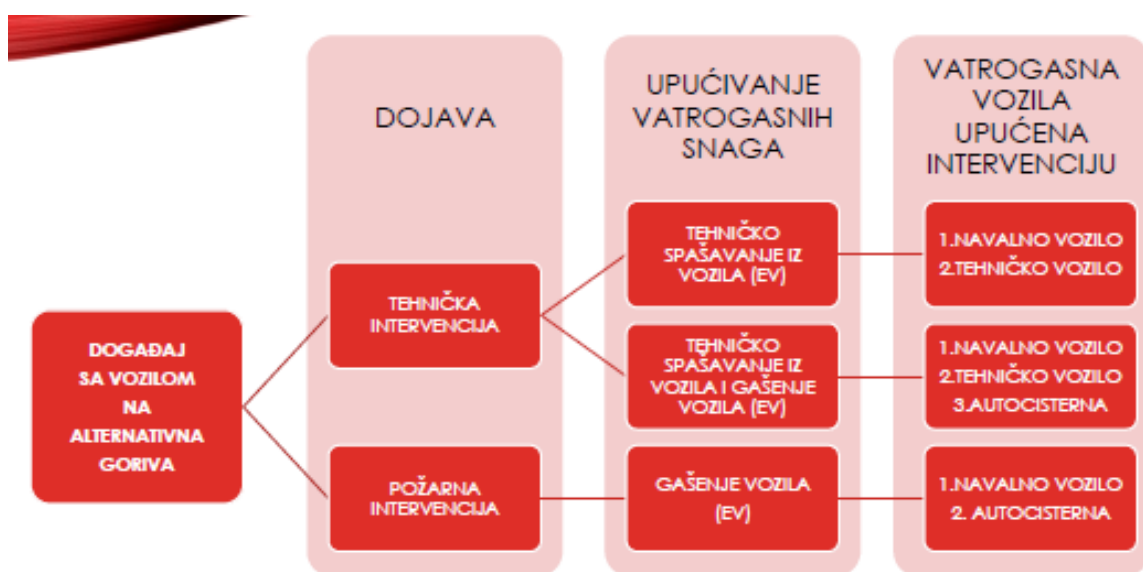


Slika 41. Operativno komunikacijski centar JVP grada Zagreba [7]

Pozivom na "193" dobit ćete stručnu osobu u Centru veze koja će vam pomoći savjetom i alarmirati najbližu vatrogasnu postaju. Izlaskom na intervenciju, vatrogasci komuniciraju putem radio veze (UKV) koja se koordinira u Centru veze sa svih pet vatrogasnih postaja. Nakon što je primljena dojava o nesretnom događaju i utvrđena

točna adresa, koristi se kartica vođića s detaljnim opisom najbržeg puta do vaše lokacije, uključujući informaciju koja postaja izlazi na intervenciju.

Za svaku vrstu intervencije prema PUI-u (Postupanje u intervenciji) unaprijed je određeno koje vozilo i koliko njih izlazi na intervenciju. Konkretno, za intervenciju s BEV i HEV izlaze vozila koja su predviđena za što kvalitetnije obavljanje intervencije (Slika 42.).



Slika 42. Broj potrebnih vozila za intervenciju sa BEV ili HEV [8]

8. POSTUPANJE VATROGASACA PRI TEHNIČKIM INTERVENCIJAMA SA BEV I HEV

Intervencija na električnom ili hibridnom vozilu koje je sudjelovalo u nesreći slična je intervenciji na vozilu s motorom s unutarnjim izgaranjem (MSUI). Bez obzira na vrstu vozila, vatrogasci moraju postupati sigurno i s posebnom pažnjom prema osobama koje se spašava. Na intervencijama je obvezna uporaba sve potrebne zaštitne opreme kako bi se izbjegle ozljede vatrogasaca. Kao što je ranije navedeno, ključno je što prije identificirati vozilo (Slika 43.) kako bi se poduzele odgovarajuće i hitne mjere te sigurno i kvalitetno obavila intervencija.



Slika 43. Identifikacija vozila pomoću bar koda na staklu

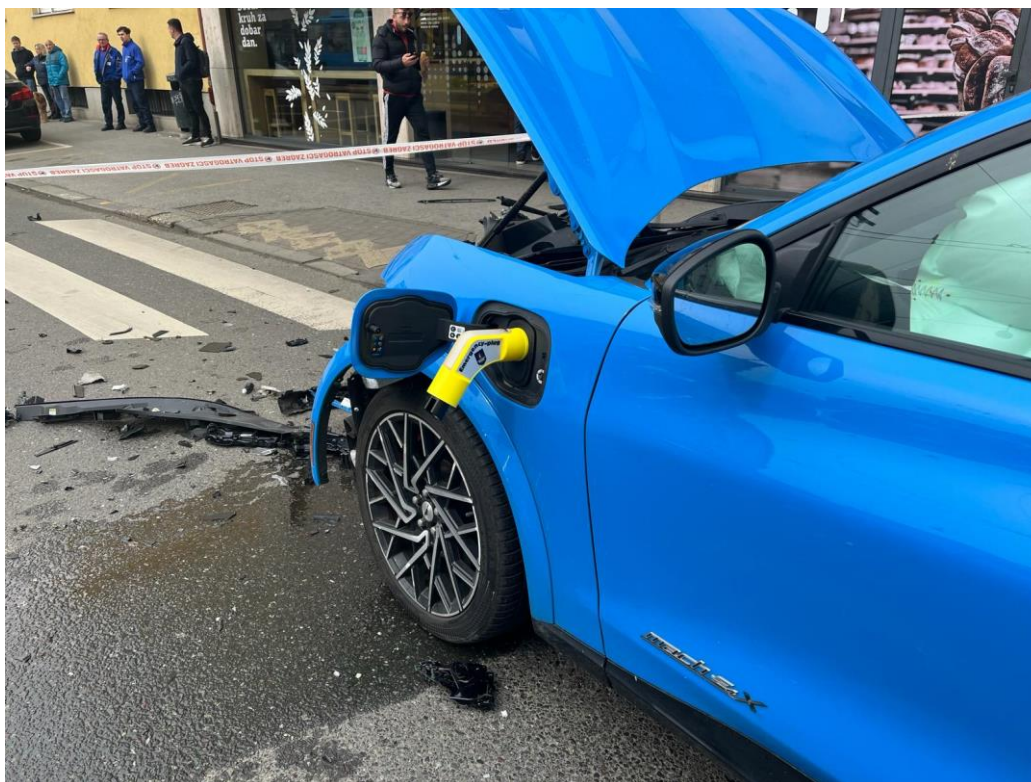
Kod tehničkih intervencija na hibridnim i električnim vozilima (Slika 44.) potrebno je pravilno koristiti standardne alate za spašavanje u prometnim nesrećama kako bi se izbjeglo oštećenje baterijskih ćelija ili visokonaponskih kablova. Nepravilna uporaba alata može izazvati kemijsku reakciju koja može dovesti do zagrijavanja, zapaljenja ili eksplozije baterije. Također, treba paziti da se ni u jednom postupku ne ugrozi sigurnost i zdravstveno stanje unesrećenih. Potrebno je zaštititi unesrećene od

predmeta koji se lome tijekom rezanja svim dostupnim sredstvima (folijama, dekama, ceradama) te zaštititi oštre dijelove vozila koji ostanu nakon rezanja.



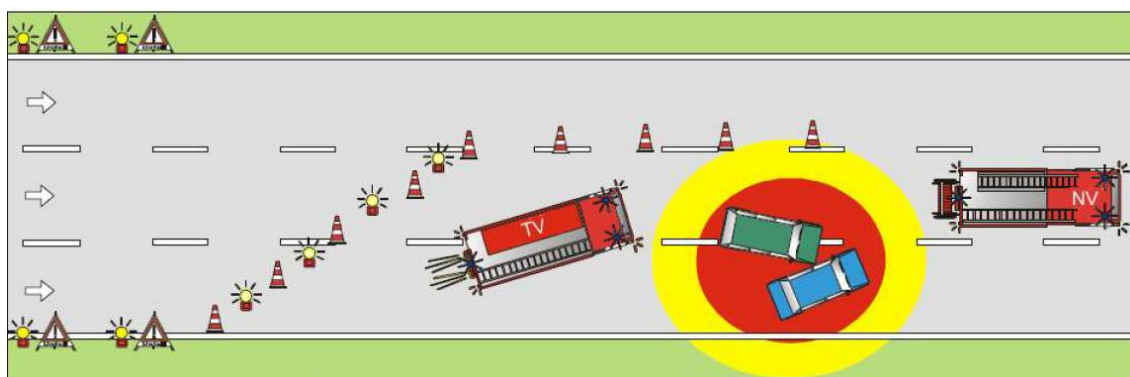
Slika 44. Tehnička intervencija na električnom vozilu [7]

U slučaju prometne nesreće s vozilom ili udara u podvozje može doći do oštećenja strujnog kruga ili baterije, jer se u većini vozila baterije nalaze u podnici ispod sjedala. Ako se baterija teže ošteti, može doći do curenja tekućine ili požara. U slučaju nesreće, sustav bi trebao automatski prekinuti vezu između elektromotora i visokonaponske baterije, no uvijek postoji mogućnost zaostalog visokog napona u kablovima. Stoga je poželjno iskopčati sigurnosnu sklopku (poglavlje 6.3). Dodatno, kao zaštitu na intervencijama s električnim vozilima koristimo i utikač za slučaj nužde (Slika 45.), opisan u poglavlju 10.1.



Slika 45. Pravilna upotreba Emergency Plug utikača [7]

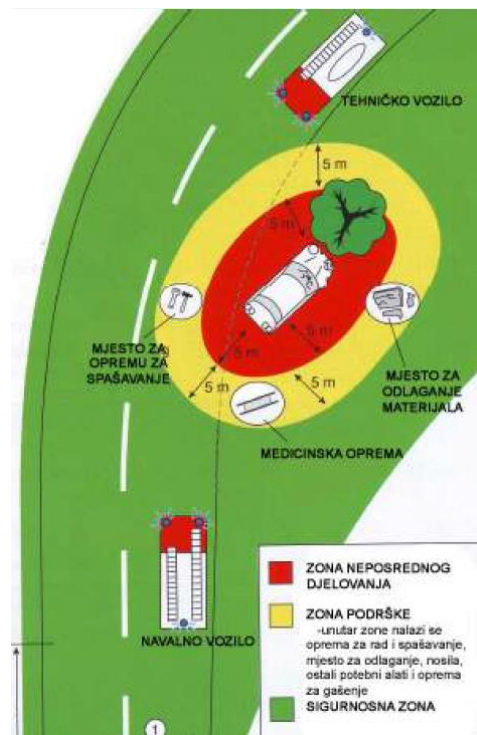
Na tehničkim intervencijama s električnim vozilom važno je osigurati mjesto prometne nezgode. To uključuje ograđivanje trakama i čunjevima kako bi se onemogućio ulazak osoba i vozila u područje intervencije (Slika 46.).



Slika 46. Osiguranje mjesta tehničke intervencije [8]

Svaka tehnička intervencija u kojoj je došlo do prometne nesreće, pa tako i ona sa električnim vozilom, mora imati organizirano mjesto intervencije, odnosno zone intervencije (slika 47). Te su zone:

1. Zona neposrednog djelovanja- područje od 5 metara oko samog vozila na kojem se odvija intervencija; ovdje se pruža medicinska pomoć i oslobađaju unesrećeni. U ovoj zoni se nalazi samo nužno medicinsko osoblje i vatrogasno osoblje;
2. Zona podrške- područje do 10 metara oko vozila; ovdje se nalazi oprema za spašavanje i alat te medicinska oprema potrebna za spašavanje. Također, ovdje se odlažu odrezani i otpali dijelovi s vozila.
3. Zona sigurnosti- područje oko zone neposrednog djelovanja i zone podrške; ovdje su smještena sva interventna vozila (vatrogasci, policija, hitna pomoć). Veličina ove zone ovisi o vrsti prometnice i broju interventnih vozila, a može uključivati i prostor za slijetanje helikoptera [8].



Slika 47. Zone intervencije [8]

Osim dobre organizacije mjesta prometne nezgode, na intervenciji mora biti i dobra suradnja svih službi kako bi bile iskorištene na maksimalno učinkovit način i kako bi rad pojedine službe ne ometao rad drugih.

9. POSTUPANJE VATROGASACA PRI POŽARNIM INTERVENCIJAMA SA BEV I HEV

Požari na električnim vozilima predstavljaju veliki izazov za vatrogasce, najviše zbog električnih baterija koje su vrlo zahtjevne za gašenje. Kod svake intervencije pa tako i kod požarne intervencije električnog ili hibridnog vozila (Slika 48.) vatrogasci moraju koristiti svu raspoloživu zaštitnu opremu kako bi bili sigurni i izbjegli ozljeđivanje.



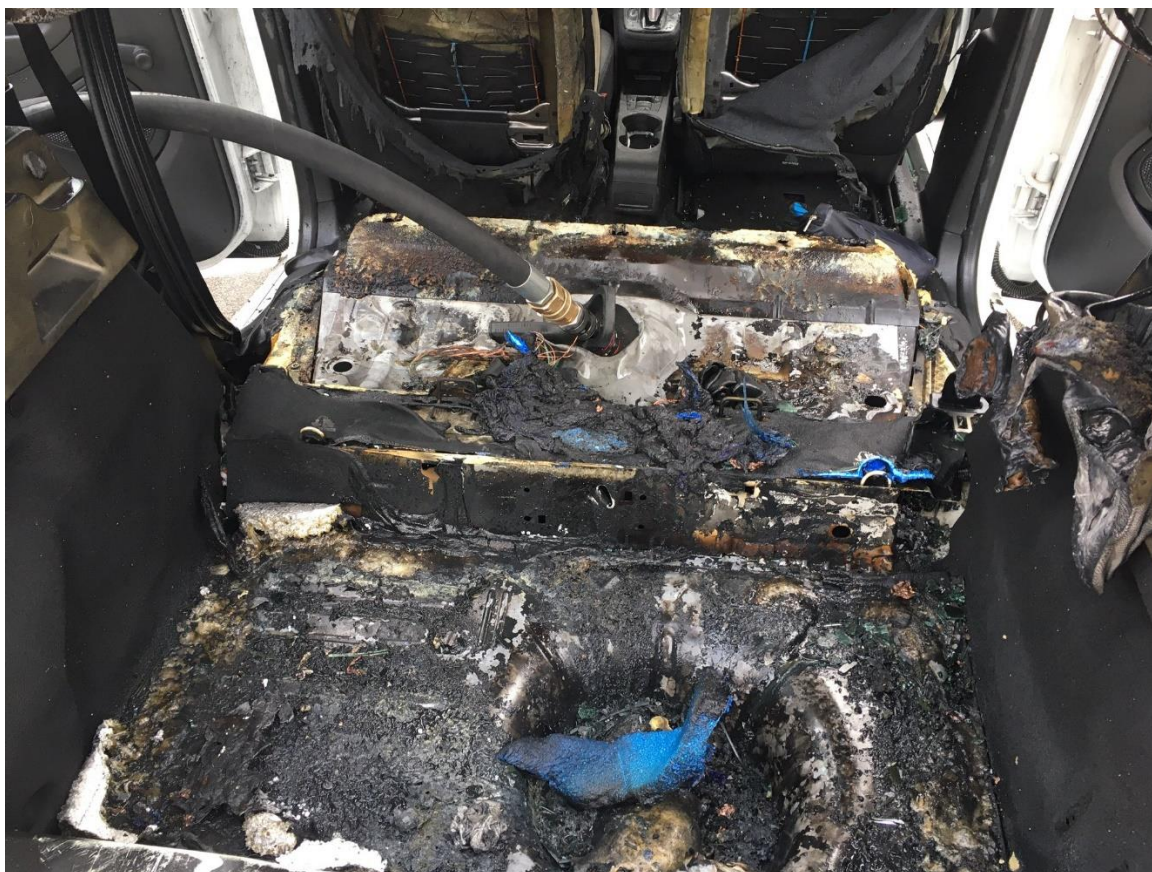
Slika 48. Požar električnog vozila [7]

Za gašenje električnog vozila, kao i za daljnje hlađenje baterije, najefikasnije sredstvo je voda, i to u velikim količinama. Sama akcija gašenja (Slika 49.) započinje 50-ak metara od mjesta požara i taktičkim nastupom dviju vatrogasnih grupa. Svaka grupa započinje prilaz požaru koristeći puni mlaz s minimalnim protokom mlaznice od 250 L/min s maksimalne udaljenosti. Kod požara BEV ili HEV postoji velika opasnost od trenutnog i nekontroliranog samopokretanja vozila. Stoga su zone opasnosti ispred i iza vozila, a najbolji prilaz je s bočne strane, uz napredovanje vatrogasne grupe u osi $\frac{3}{4}$ u odnosu na vozilo. Dolaskom do mjesta požara na udaljenost od 10 metara, mlaznica se prebacuje iz punog u raspršeni mlaz s istim protokom vode. Za gašenje BEV ili HEV potrebna je vrlo velika količina vode, u prosjeku minimalno 15.000 L, pa je potrebno uspostaviti neprekidno opskrbljivanje vodom iz hidranta ili drugog izvora [8].



Slika 49. Akcija gašenja električnog ili hibridnog vozila [8]

Električna vozila vrlo su zahtjevna za gašenje, što ovisi o fazi požara do dolaska vatrogasaca na intervenciju i o tome je li požarom zahvaćena baterija vozila i u kojoj mjeri. Ako vatrogasci dođu na mjesto intervencije za manje od 15 minuta (u pravilu kućište baterije izdrži toliko vremena ako nije oštećeno u nesreći), postoji velika vjerojatnost da do požara baterije neće doći. Nakon gašenja vozila potrebno je ohladiti kućište baterije. Ukoliko je došlo do požara baterije, gašenje je vrlo teško jer je baterija zaštićena od svakog prodora vode. Pojedini proizvođači električnih vozila ugrađuju na kućište baterije otvor s nepropusnim čepom. Taj se čep u slučaju požara otopi, omogućujući vatrogascima gašenje i hlađenje baterije (Slika 50). Da bi se pristupilo tom otvoru, prije toga treba ugasiti i ohladiti vozilo, te potom gasiti samu bateriju kroz taj otvor. Ako vozilo nema dizajniran otvor, gašenje se može vršiti pomoću specijalnih mlaznica (poglavlje 10.8.) i pomoću specijalnih sustava za gašenje (poglavlje 10.9.).



Slika 50. Otvor za gašenje ili hlađenje baterije električnog vozila [15]

Ponovno izbijanje požara na električnim ili hibridnim vozilima može se dogoditi nekoliko sati nakon gašenja, a ponekad i do 24 sata kasnije. Stoga je nužno da se vozilo nakon intervencije nadzire najmanje 24 sata te da se premjesti na sigurno mjesto gdje će biti pod kontrolom tijekom tog razdoblja. Također, vozilo se može tijekom tog vremena smjestiti u posebne kontejnere ili spremnike (vidi poglavlja 10.5. i 10.6.).

Požari na električnim vozilima predstavljaju velik izazov za vatrogasce, prvenstveno zbog složenosti gašenja električnih baterija. Stoga su ovakvi požari vrlo zahtjevni i specifični te je važno da se vatrogasci redovito pripremaju i obučavaju za njih, budući da će u budućnosti vjerojatno biti sve učestaliji.

10. ALATI I OPREMA ZA ASISTENCIJU PRI INTERVENCIJAMA SA BEV I HEV VOZILIMA

Intervencije na BEV (Battery Electric Vehicles) i HEV (Hybrid Electric Vehicles) vozilima su specifične te zahtijevaju upotrebu različite opreme i alata. Uz standardne alate namijenjene intervencijama na ostalim vozilima, za BEV i HEV vozila postoje i specijalni alati, od kojih su neki ključni navedeni u nastavku.

10.1. Emergency Plug H1

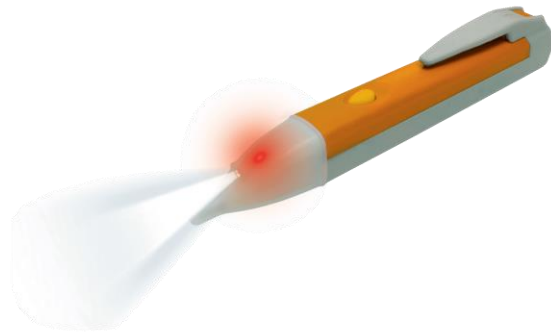
Emergency Plug H1 (Slika 51.) je tzv. utikač za slučaj nužde. Koristi se pri intervencijama na električnim vozilima i izuzetno je jednostavan za upotrebu. Utikač se jednostavno umetne u utičnicu za punjenje automobila, simulirajući proces punjenja. Odmah nakon umetanja, automobil prebacuje brzinu u "P" i aktivira električnu parkirnu kočnicu, čime se vozilo isključuje i omogućuje siguran rad hitnih službi. Status vozila prikazuje se pomoću LED dioda, što odmah daje informaciju je li vozilo deaktivirano.



Slika 51. Emergency Plug H1 [16]

10.2. Beskontaktni ispitivač napona-detektor napona

Beskontaktni detektor napona koristi se za brzu provjeru prisutnosti napona tijekom intervencija na električnim vozilima (Slika 52.). Kao što naziv sugerira, radi beskontaktno i lako je prenosiv, a upozorava na prisutnost napona u blizini.



Slika 52. Beskontaktni ispitivač napona [17]

10.3. Rukavice za zaštitu od napona

Ove rukavice služe za zaštitu ruku od visokog napona električne energije do 20.000 V (20 kV). Izrađene su od posebne elektroizolacijske gume i pružaju izvrsnu zaštitu pri, primjerice, presijecanju visokonaponskih instalacija na električnim vozilima (Slika 53.).



Slika 53. Rukavice za zaštitu od napona [18]

10.4. Škare za visoki napon

Škare za presijecanje visokonaponskih žica (Slika 54.) koriste se za onemogućavanje prolaska struje od baterije do elektromotora. Kada nismo sigurni da je automatska sklopka prekinula strujni krug, presijecamo žicu na posebno označenom mjestu (Slika 55.). Ove točke presijecanja navedene su u aplikaciji Rescue Code, što ih čini lako dostupnima.



Slika 54. Škare za visoki napon [7]



Slika 55. Mjesto presijecanja žice [7]

10.5. Roll-of kontejneri

Roll-of kontejneri su posebno dizajnirani za uranjanje automobila u vodu nakon gašenja. Automobil se pomoću kрана uranja u vodu unutar kontejnera (Slika 56.), čime se sprječava ponovno zapaljenje baterije i vozila. Nakon uranjanja, kontejner se odvozi na sigurno mjesto gdje će vozilo biti pod nadzorom sljedeća 24 sata, obično u vatrogasnu postrojbu. Nedostatak ovih kontejnera je velika količina kontaminirane vode koja se mora adekvatno zbrinuti nakon intervencije.



Slika 56. Uranjanje električnog vozila u Roll-of kontejner [19]

10.6. Recover E-Bag

Recover E-Bag (Slika 57.) je posebna vrsta spremnika koja se koristi kod požara električnih automobila. Napravljen je od specijalne cerade s ugrađenim zateznim trakama za osiguranje. Ovaj je spremnik povoljnija alternativa roll-of kontejneru i jednostavan je za postavljanje na ugašeno vozilo. Nedostatak je također kontaminirana voda, iako u manjoj količini nego kod roll-of kontejnera.



Slika 57. Recover E- bag spremnik [20]

10.7. Deka/cerada za gašenje požara auta

Protupožarna deka je vrlo učinkovita kod požara na električnim vozilima (Slika 58.). Otporna je na temperature do 1200°C, lako se postavlja na vozilo i može se koristiti više puta. Iako možda neće u potpunosti ugasiti požar, spriječit će njegovo širenje, proboj vatre i isijavanje topline u okolinu.



Slika 58. Deka za gašenje požara vozila [21]

10.8. Koplje mlaznica za gašenje

Koplje mlaznica koristi se za gašenje dubinskih požara (međukatnih konstrukcija, spuštenih stropova) (Slika 59.). Izvrsno se pokazala i kod požara električnih vozila, služeći za gašenje i hlađenje baterija. Budući da neke marke automobila nemaju poseban otvor za hlađenje baterija, pomoću ove mlaznice probija se oslabljeni pokrov baterije kako bi voda prodrla unutra i ohladila je.



Slika 59. Koplje mlaznica [22]

10.9. Rosenbauer Best (Baterij Extinguishing System Tehnology)

Rosenbauer BEST (Slika 60.) je posebno dizajniran sustav za gašenje i hlađenje visokonaponskih baterija kod požara električnih vozila. Trenutno je najsigurnija, najučinkovitija i najbrža opcija za gašenje i hlađenje električnih vozila na tržištu. Postavlja se ispod vozila, a posebna igla probija kućište baterije, ulazi u bateriju i tako je gasi i hladi.



Slika 60. Rosenbauer Best [23]

10.10. Termovizijske kamere

Termovizijska kamera je vrlo koristan i učinkovit alat kod požara električnih vozila (Slika 61.). Pomoću nje se prati temperatura požara vozila i baterije. U slučaju prometne nesreće bez požara, prati se temperatura baterije vozila, a u slučaju porasta temperature potrebno je odmah početi s hlađenjem baterije.



Slika 61. Termovizijska kamera [6]

11. OPASNOSTI KOD INTERVENCIJA NA BEV I HEV

11.1. Električni udar

Rezanjem vodova i sklopova pod naponom može doći do električnog udara, jer napon u električnim vozilima iznosi 300 V i više. Iako je odspajanje baterije metoda koja se čini sigurnom, oštećenje izolacije može uzrokovati električni udar.

Električni udar može nastati iz triju osnovnih skupina dijelova električnog ili hibridnog vozila:

1. Baterija: u bateriji električnog vozila uvijek je pohranjena energija pod naponom.
2. Visokonaponski vodovi: Vodovi koji povezuju baterije sa elektromotorom koji pokreće vozilo, a napon u njima jednak je naponu u bateriji.
3. Elektromotori za pokretanje vozila.: Iako je napon na elektromotorima izmijenjen inverterom, na vanjskom dijelu motora napon odgovara naponu u bateriji.

11.2. Zapaljenje baterije

Nestručnim rukovanjem, rezanjem i upiranjem može se izazvati kemijska reakcija koja prouzrokuje zagrijavanje baterije te potencijalno zapaljenje, uslijed čega se oslobađaju otrovni plinovi i pare. Stoga je obvezno korištenje opreme za zaštitu dišnih organa.

11.3. Eksplozija baterije

Kao i kod zapaljenja baterije, do eksplozije može doći uslijed nestručnog spašavanja, rezanja i upiranja.

11.4. Nakupljena/kondenzirana energija

Ne postoji način da vatrogasci tijekom intervencije izmjere ili identificiraju nakupljenu energiju u ćelijama baterije, a isključivanjem zaštitne sklopke nije 100% sigurno da u vozilu nema nakupljene energije.

12. MJERE ZAŠTITE NA INTERVENCIJAMA BEV I HEV

12.1. Korištenje kompletne zaštitne opreme na intervenciji

Obavezno je korištenje kompletne zaštitne opreme koja se sastoji od zaštitnog vatrogasnog odijela, vatrogasnih čizama, vatrogasne kacige, vatrogasnih rukavica, zaštitne maske za disanje, te izolacijskog aparata sa stlačenim zrakom.

12.2. Poznavanje osnovnih pravila spašavanja

Kako bi intervencija bila uspješna za vatrogasce i za osobe koje se spašavaju, vatrogasci se moraju redovito uvježbavati i osposobljavati. Kod spašavanja unesrećenih iz električnih ili hibridnih vozila, važno je pridržavati se sljedećih pravila:

1. Izbjegavati rezanje i razupiranje, te upiranje u pod vozila(u podu se nalaze baterije), spojeve između stupova(najčešći prostor kojim prolaze visokonaponske instalacije) i središnjeg tunela(glavna komunikacijska linija svih instalacija na vozilu).
2. Odmicanje svih plastičnih dijelova prije rezanja: pomoću specijalnih alata odmaknuti plastične dijelove kako bi se utvrdila sigurna mjesta za rezanje.
3. Korištenje aplikacija i programa: znati se koristiti programom Euro Rescue koji uvelike pomaže kod intervencija na BEV ili HEV vozilima, jer je svako električno vozilo specifično na svoj način, pa je ova aplikacija velika pomoć kod intervencija [8].

13. ZAKLJUČAK

Tijekom dugogodišnjeg rada Vatrogasne postrojbe Grada Zagreba, izveden je velik broj intervencija. Na znak intervencije, vatrogascu je uvijek prva misao kako dati sve od sebe i maksimalno pomoći onima kojima je pomoć u tom trenutku potrebna. U poslu vatrogasca nema mjesta pogreškama jer i najmanja pogreška može završiti kobno, ugrožavajući vlastiti život i život osobe koju vatrogasac spašava.

Svaka vatrogasna intervencija specifična je na svoj način i zato se posao vatrogasca mora kontinuirano usavršavati. U današnje vrijeme tehnologije se sve više usavršavaju i napreduju što nosi dodatne opasnosti za vatrogasce ako ih ne prate. Iz tog razloga vatrogasci cijeli svoj život uče, educiraju se, vježbaju i ponavljaju, kako bi na intervencijama lakše savladali svaku prepreku i situaciju koja ih može zadesiti.

U zadnjih nekoliko godina broj intervencija s električnim i hibridnim vozilima drastično se povećao. Razlog tome je što je na cestama svakim danom sve više takvih vozila jer ona predstavljaju budućnost automobilske industrije. Njihovom pojavom pred vatrogasce je stala još jedna potpuno nova i nepoznata tehnologija s kojom su se morali dobro upoznati. Za razliku od požara vozila s MSUI-jem, kod požara i tehničkih intervencija s električnim ili hibridnim vozilima javljaju se puno veće opasnosti, potpuno novi pristupi i nova problematika.

Kod spašavanja osoba iz BEV ili HEV vozila, sam pristup vozilu potpuno je drukčiji. Prije bilo kakvih radnji, zapovjednik se mora upoznati s vrstom vozila, napraviti brzu procjenu te na temelju procjene i podataka dostupnih na tabletu dati zapovijed za najbolju taktiku spašavanja, kako bi se osoba iz takvog vozila najsigurnije spasila.

Kod požara BEV ili HEV vozila, gašenje se također razlikuje od gašenja običnih vozila. Kao što je navedeno u radu, potrebno je što prije započeti s gašenjem. Ako pravovremeno uspijemo ugasiti požar, postoji mogućnost da do požara baterije vozila neće ni doći, a time će intervencija biti kraća i bit će potrebna manja količina sredstava za gašenje. Stoga je kod ovih požara najvažnije što prije započeti s gašenjem.

Na kraju, postavljaju se dva pitanja koja nam ljudi često postavljaju: "Jesu li električna ili hibridna vozila opasna za vatrogasce?" i "Dolazi li do samozapaljenja BEV ili HEV vozila češće nego kod ostalih vozila?" Vrijeme pred nama će donijeti odgovore.

14. LITERATURA

1. "Lohner-Porsche – Real Story". *CarKeys* [online]. Dostupno na: <https://web.archive.org/web/20120722081056/http://www.carkeys.co.uk/features/lohnerporsche-real-story> [Pristupljeno: kolovoz 2024.].
2. "Hibridni pogonski sustavi". *Korak* [online]. Dostupno na: <https://korak.com.hr/hibridni-pogonski-sustavi/> [Pristupljeno: 7. srpnja 2024.].
3. "Električni automobil" [online]. Dostupno na: https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni_automobil [Pristupljeno: 14. srpnja 2024.].
4. Interni dnevnik Javne vatrogasne postrojbe Grada Zagreba.
5. Pravilnik o unutarnjem redu Javne vatrogasne postrojbe Grada Zagreba.
6. "Termalna kamera FLIR K2". *Luveti* [online]. Dostupno na: <https://luveti.hr/proizvod/termalna-kamera-flir-k2/>
7. Vlastita arhiva.
8. Interna skripta Javne vatrogasne postrojbe Grada Zagreba.
9. "Prednosti i nedostaci hibridnih automobila". *Renovables Verdes* [online]. Dostupno na: <https://www.renovablesverdes.com/hr/prednosti-i-nedostaci-hibridnih-automobila/>.
10. "The Main Components of the Powertrain of Honda FCX Clarity". *ResearchGate* [online]. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/profile/Mircea-Glazer/publication/266014897/figure/fig1/AS:305914801344514@1449947180351/The-main-components-of-the-powertrain-of-Honda-FCX-Clarity-2010-model.png>.
11. "Hybrid Electric Vehicle". *SlideShare* [online]. Dostupno na: <https://www.slideshare.net/slideshow/hybrid-electric-vehicle-257661964/257661964>.
12. "Baterijski sustavi električnih vozila". *Wikipedija* [online]. Dostupno na: https://hr.wikipedia.org/wiki/Baterijski_sustavi_elektri%C4%8Dnih_vozila.
13. Stojkov, M., Gašparović, D., Slavenskom et al. (2014). *Električni automobil - povijest razvoja i sastavni dijelovi*. StrojarSKI fakultet u Brodu, Osijek.

14. "Vodič kroz punjače za električna vozila". *Strujni Krug* [online]. Dostupno na: <https://www.strujnikrug.hr/vodic-kroz-punjace-za-elektricna-vozila/>.
15. Arhiva Javne vatrogasne postrojbe Grada Varaždina.
16. "Emergency Plug H1". *KL Protektion* [online]. Dostupno na: <https://www.klprotektion.hr/proizvod/emergency-plug-h1/>.
17. "Beskontaktni ispitivač napona". *Shoptok* [online]. Dostupno na: <https://www.shoptok.hr/beskontaktni-sma-ispitivac-napona-bezkontaktni-ac-dc-vd-22/cijena/6113209>.
18. "Zaštitne rukavice". *Birds* [online]. Dostupno na: https://birds.com.hr/Store_345215-shipping.
19. "Roll of kontejner". *Startnews.hr* [online]. Dostupno na: <https://www.startnews.hr/news/zakaj-so-e-avtomobili-nocna-mora-za-gasilce/> [Pristupljeno: 28. srpnja 2024.].
10. "Recover E-Bag Set 65". *Big Bag Store* [online]. Dostupno na: <https://www.bigbagstore.eu/en/recover-e-bag-set-65>.
21. "Protupožarni prekrivač". *Automobili.ba* [online]. Dostupno na: <https://www.automobili.ba/protupozarna-deka-je-ucinkovita-za-gasenje-pozara-na-automobilu-zasto-nije-popularana-video/> [Pristupljeno: 28. srpnja 2024.].
22. "Vatrogasne mlaznice". *Vatropromet* [online]. Dostupno na: <https://vatropromet.hr/proizvodi/oprema-za-vatrogasce/vatrogasne-armature/vatrogasne-mlaznice/>.
23. "Battery Extinguishing System Technology (BEST)". *Rosenbauer America* [online]. Dostupno na: https://www.rosenbaueramerica.com/wp-content/uploads/2022/04/22-RBA-BEST_Brochure_black-Web.pdf.

15. POPIS SLIKA

- Slika 1. Lohrer-Porsche, prvo hibridno vozilo [1]
- Slika 2. Dijelovi hibridnog vozila [2]
- Slika 3. Oznaka hibridnog vozila [7]
- Slika 4. Chevrolet Volt shema [2]
- Slika 5. Paralelni hibridni pogon [11]
- Slika 6. Honda Insight [2]
- Slika 7. Serijsko-paralelni hibridni pogon [11]
- Slika 8. Toyota Prius [2]
- Slika 9. Izgled motora Plug-in hibrida [2]
- Slika 10. Ford Fusion Energy [2]
- Slika 11. Dijelovi hibrida sa gorivim člankom [10]
- Slika 12. Chevrolet Equinox hibrid s vodikovim gorivim člankom [2]
- Slika 13. Prvi električni automobil [13]
- Slika 14. Električni automobil [13]
- Slika 15. Osnovni elementi za pogon električnog automobila [13]
- Slika 16. Baterija električnog vozila [12]
- Slika 17. Olovna baterija [12]
- Slika 18. Nikal-kadmij baterija [12]
- Slika 19. Nikal-metalhidrid baterija [12]
- Slika 20. Litij-ion baterija [12]
- Slika 21. Sastav litij-ionskog akumulatora [12]
- Slika 22. Punjač za kućnu utičnicu [14]
- Slika 23. Punjač na rasvjetnom stupovima [14]
- Slika 24. AC punjači [14]
- Slika 25. DC punjači [14]
- Slika 26. Tesla punjači [14]
- Slika 27. Kratki podsjetnik za intervencije sa BEV i HEV [8]
- Slika 28. Početni zaslon aplikacije Rescue Code [8]
- Slika 29. QR kod na vjetrobranskom staklu [8]
- Slika 30. Identifikacija vozila [8]
- Slika 31. Stabilizacija vozila [8]
- Slika 32. Onemogućavanje direktnih opasnosti [8]
- Slika 33. Sigurnosne sklopke u električnim automobilima [8]
- Slika 34. Pristupi unesrećenom [8]
- Slika 35. Spremljena energija u vozilu [8]
- Slika 36. Postupak u slučaju požara [8]
- Slika 37. Postupak u slučaju potapanja [8]
- Slika 38. Postupak u slučaju prijevoza vozila [8]
- Slika 39. Važne dodatne informacije [8]
- Slika 40. Pojašnjenje korištenih piktograma [8]

Slika 41. Operativno komunikacijski centar JVP grada Zagreba [7]
Slika 42. Broj potrebnih vozila za intervenciju sa BEV ili HEV [8]
Slika 43. Identifikacija vozila pomoću bar koda na staklu
Slika 44. Tehnička intervencija na električnom vozilu [7]
Slika 45. Pravilna upotreba Emergency Plug utikača [7]
Slika 46. Osiguranje mjesta tehničke intervencije [8]
Slika 47. Zone intervencije [8]
Slika 48. Požar električnog vozila [7]
Slika 49. Akcija gašenja električnog ili hibridnog vozila [8]
Slika 50. Otvor za gašenje ili hlađenje baterije električnog vozila [15]
Slika 51. Emergency Plug H1 [16]
Slika 52. Beskontaktni ispitivač napona [17]
Slika 53. Rukavice za zaštitu od napona [18]
Slika 54. Škare za visoki napon [7]
Slika 55. Mjesto presijecanja žice [7]
Slika 56. Uranjanje električnog vozila u Roll-of kontejner [19]
Slika 57. Recover E- bag spremnik [20]
Slika 58. Deko za gašenje požara vozila [21]
Slika 59. Koplje mlaznica [22]
Slika 60. Rosenbauer Best [23]
Slika 61. Termovizijska kamera [6]

16. POPIS KRATICA

MSUI - motor sa unutarnjim sagorijevanjem

FZOEU - Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost

BEV- električno vozilo na baterije, vozilo koje radi isključivo na struju

HEV- hibridno vozilo koje koristi i elektromotor i MSUI

PHEV- plug-in hibridno vozilo koje uključuje utikač za punjenje unutarnjih baterija, što znači da se baterija može puniti dok auto stoji

OKC - operativno komunikacijski centar

JVP - javna vatrogasna postrojba

PUI - postupak u intervenciji

NV - navalno vatrogasno vozilo

TV - tehničko vatrogasno vozilo