

Győrfi András¹

AZ E-MOBILITÁS BIZTONSÁGI KÉRDÉSEI

(SAFETY AND ACCIDENT PREVENTION ISSUES OF E-MOBILITY)

Az elektromos járművek terjedését mondhatni az akkumulátorok gátolják. Napjainkban az akkumulátorgyártási technológiákkal nem lehet megközelíteni a benzin vagy a gázolaj energia-sűrűségét, mivel nagy a helyigényük és a tömegük. További hátrány a magas áruk és a lassú töltési idejük. Az elektromos járművek töltői nem azok a töltőpontok amiket falhoz vagy betonhoz rögzítve találunk, a töltőberendezés az elektromos autóban van, hívják fedélzeti töltőnek, vagy töltésvezérlőnek. A fedélzeti töltő egy meglehetősen bonyolult és drága elektronikus rendszer, amely fogadja és az akkumulátor töltéséhez megfelelően átalakítja azt az elektromos áramot, amit a töltőpontok biztosítanak. Sem az Európai Unióban, sem Magyarországon nem létezik egységes központi szabályozás az elektromos gépjárművek szerelését tekintve. Mivel e járművek magasfeszültségű elektromos rendszert, illetve akkumulátorokat tartalmaznak, ezért fontos ezen alkatrészek tulajdonságainak és műszaki adatainak ismerete, valamint működési elvük megértése. Egy baleset helyszínén az első és legfontosabb dolgunk, hogy felismerjük az elektromos járművet annak jellegzetességei alapján, hiszen erre a balesetet szenvedett jármű utasai nem minden esetben tudják felhívni a figyelmet.

Kulcsszavak: e-mobilitás, elektromotor, fejlődés, innováció, infrastruktúra, ipari, baleset, havária, elektromos töltés, tűz, magasfeszültség, kockázatelemzés, érintésvédelem

The propagation of electric vehicles is hampered by the batteries. Nowadays, battery manufacturing technologies can not approach the energy density of gasoline or gas oil because of their large space requirements and mass. Another disadvantage is high commodity and slow filling time. Electric car chargers are not the charging points that are fixed to walls or concrete, the charging device is in the electric car, called an on-board charger or charging controller. The on-board charger is a rather sophisticated and expensive electronic system that accepts and converts the electrical current that the charging points provide for charging the battery. Neither in the European Union nor in Hungary there is a uniform central regulation regarding the installation of electric vehicles. Because these vehicles contain a high voltage electrical system or a battery, it is important to understand the features and technical details of these components and their understanding of their operating principles. At the scene of an accident, the first and most important thing is to recognize the electric vehicle according to its characteristics, as this may not be the case for the passengers of the accident vehicle.

Keywords: e-mobility, electromotor, development, innovation, infrastructure, industrial, accident, havaria, electric charge, fire, high voltage, risk analysis, touch protection

BEVEZETÉS

Az e-mobilitás terjeszkedésével számos új technológia épült be azon infrastruktúrába, amit napi szinte használunk vagy használni fogunk, amikor személyesen találkozunk ezekkel az eszközökkel. A részletes ismeretanyag mellett nem árt, ha tisztában vagyunk a veszélyekkel és ezeket kellő fenntartásokkal kezeljük. A korábban a Műszaki Katonai Közlönyben megjelent „Az e-

¹ PhD hallgató, Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék, E-mail cím: gyorfia@sze.hu ORCID azonosító: 0000-0002-9627-0966

mobilitás alternatív alkalmazási lehetőségei” -című munkámat folytattam és egészítettem ki jelen kutatásomban. A kutatás célja, hogy feltárja az e-mobilitás vélt és valós veszélyeit, mint a mindennapi használat, mint pedig az jármű életciklusa végén. A veszélyek olyan alapvető esetben is megjelennek, mint az autó hálózatra való csatlakoztatása, vagy esetleges javítás közbeni óvintézkedések figyelmen kívül hagyása. A magyarországi közúti forgalomban egyre több elektromos autó fog megjelenni a Jedlik Ányos programnak köszönhetően, amiket várhatóan 5-10 éves ciklus után, amortizációs, vagy egyéb ok miatt cserére vagy bontásra ítélnék. Ennek szabályozása és pontos alapok lefektetése legalább akkora kérdés, mint az, hogy a jelenlegi infrastruktúra bírja-e majd ezt a terhelést.

AZ ELEKTROMOS HAJTÁSOK ELEMZÉSE

Az elektromos hajtásláncok bemutatása

Az elektromos autókat a hajtásláncuk elrendezése szerint nem soroljuk külön csoportokba, mint a hibridek esetében. Ezekben a járművekben a gyártók a villanymotorok számával és elhelyezésével törekednek az optimális menetteljesítményre, maximális hatótávra és a hajtáslánc és a hozzá tartozó elemek minimális helyigényére. Típustól és igénytől függően 1-2 vagy akár 4 darab elektromos üzemű motort is elhelyeznek a személygépjárművekben, amik vagy közvetlenül biztosítják a hajtást a kereknek, vagy fordulatszám csökkentő hajtóművön keresztül biztosítják a jármű mozgását.

A nagyfeszültségű rendszer főbb elemei

A DC/ AC inverter a nagyfeszültségű áram transzformálására szolgál. Az egyenáram-váltóáram átalakítása azért szükséges, mivel a jármű akkumulátorában nagyfeszültség egyenáram található és a motorok működtetéséhez váltóáramra van szükség. Ezen egység két irányba is biztosítja az áram konvertálását. Míg a motor hajtása közben az akkumulátorból kinyert energiát a 200-400 voltos egyenfeszültségről 500-600 voltos váltóárammá kell alakítania, addig regeneratív fékezés közben a nagyfeszültségű akkumulátorok töltését biztosítva kell az energia transzformálását szolgáltatnia.

Az inverter ugyanis egyenáramot alakít váltakozó árammá, miközben a fedélzeti töltő pont az ellenkezőjét végzi. Van az autóban inverter is, ami az akkumulátorban tárolt egyenáramot alakítja a motorban felhasználható váltakozó árammá, de annak a Renault Zoe villámtölthető változatait leszámítva nincs köze a töltési folyamathoz. Az EVSE egységnek (Electric Vehicle Supply Equipment) két nagyon fontos feladata van: egyrészt az autó kérésének megfelelően kapcsolja és megszakítja az áramkört, hogy az autóba menő csatlakozó érintkezőin csak akkor legyen feszültség, amikor az tényleg csatlakoztatva is van az autóhoz, és az autó kész az elektromos áram fogadására, illetve közli az autóval, hogy ebből az energiaforrásból (pl, konnektor) maximum milyen áramerősséggel lehet áramot nyerni. Ha az autó 32 ampert (A) próbálna felvenni egy háztartási konnektorból, akkor jó esetben gyorsan lecsapná a kismegszakítót, rossz esetben pedig leolvasztaná a konnektort és akár tüzet is okozhatna. [1]

Az 12 voltos rendszer áramellátásához és az alacsony feszültségű akkumulátor töltéséhez az áramot a nagyfeszültségű rendszerből nyerik. Erre általában egy DC/DC konvertert alkalmaznak, amely a nagyfeszültségű egyenáramot 12-14 voltra alakítja. A nagyfeszültségű akkumulátorok monitorozását és vezérlését a BMS „battery management system” végzi. Ennek feladata az akkumulátor paramétereinek vizsgálata és a töltés vezérlése, biztosítva az egység üzembiztos, hosszú élettartamú és biztonságos működését.



1.ábra: Tesla fedélzeti töltő²

Az elektromos járművekben alkalmazott energiatárolók

Az elektromos járművek fejlődésének korlátjai az elsősorban az akkumulátorok. A jelenlegi akkumulátorgyártási technológiákkal nem veszik fel a versenyt a benzin vagy a gázolaj energiasűrűségével a nagy a helyigényük és a tömegük miatt. További hátrány a magas árak és a lassú töltési idejük. Leggyakrabban a gyártók a lítium-ion és a nikkel-metal-hibrid akkumulátorokat alkalmazzák, ritkábban pedig a nikkel-kadmium, illetve a savas ólom akkumulátorokat, utóbbit leggyakrabban indító akkumulátornak használják. [2]

Ezen nagyfeszültségű akkumulátorcsomagokat úgy alakítják ki, hogy a kisebb 4-10 voltos cellákat sorba kötik, ezáltal érik el a 200-400 voltos feszültséget. Az akkumulátorok védelmé érdekében a cellákat általában egy fémházba helyezik, ami véd az esetleges külső behatások ellen, illetve szigetelve vannak a magasfeszültséggel szemben. A zárt csomag szellőzését szellőzőcsatornákon keresztül oldják meg, melyek biztosítják túltöltés esetén a káros gázok távozását.

A savas ólom és a nikkel-klorid akkumulátorokat nem alkalmazzák a közúti gépjárművekben az elektromos és hibrid hajtáslánc energiaellátásához. Az előbbi legnagyobb hátrányai az alacsony energiasűrűség és a nagy tömeg-térfogat arány, az utóbbi pedig magas ára, illetve mérgező hatása miatt nem terjedt el.

Korábban a Toyota a Prius energiaellátását nikkel-metal-hibrid akkumulátorokkal oldotta meg. Ezek előnye, hogy nem tartalmaznak nehézfémeket. Felépítését tekintve a pozitív elektróda a nikkel, míg a negatív elektróda a nikkel-oxid-hidroxid. Használata során fontos odafigyelni a

¹ https://villanyautosok.hu/wp-content/uploads/2018/01/2018-01-21_tesla_onboard_charger-1024x729.jpg

megfelelő szellőzés biztosítására. Előnye, hogy energia-sűrűsége nagy, illetve jó hatásfokú, de teljesítménye nagymértékben függ a hőmérséklettől, illetve érzékeny a túltöltésre.

Napjainkra azonban elterjedt a lítium-ion akkumulátor alkalmazása, mivel annak energiasűrűsége nagyobb a nikkkel-metál-hibrid társaihoz képest, így ugyanakkora súly mellett nagyobb teljesítmény érhető el. Az előbb említett akkumulátorokban a töltés tárolását a lítium-ionok látják el. A negatív elektróda szén alapú, a pozitív pedig fémoxid. A katód és az anód között szerves elektrolit található, mely biztosítja a lítium-ionok áramlását töltés és kisütés folyamán. Főbb előnyei a többi akkumulátorhoz képest a magas energiasűrűség, a hosszú élettartam, gondozásmentesség. Hátránya a drága gyártási költség és az alacsony biztonság, mivel túltöltés vagy magasabb töltőfeszültség esetén az akkumulátor felrobbanhat. [3]

ELEKTROMOS AUTÓK TÖLTÉSI MÓDOZATAI - CSATLAKOZÁS AZ ELEKTROMOS HÁLÓZATHOZ

Az elektromos autókban fedélzeti töltők kerültek beszerelésre, a paneleket amiket falhoz vagy betonhoz rögzítve találunk, azt töltőberendezésnek hívjuk. A fedélzeti töltő egy meglehetősen bonyolult és drága elektronikus rendszer, amely fogadja és az akkumulátor töltéséhez megfelelően átalakítja azt az elektromos áramot, amit a töltőpontok biztosítanak. Az autó fedélzeti töltőjét általában nem lehet utólag nagyobb teljesítményűre cserélni. Ezért is fontos, hogy már a jármű megvásárlásakor tisztában legyünk azzal, hogy ez a szerkezet milyen nagymértékben befolyásolja a töltés gyorsaságát és ezáltal a jármű használati értékét.

A töltéshez használt töltőpontok (amelyeket a töltőkábellel csatlakoztatunk a gépkocsihoz) tulajdonképpen egyfajta „intelligens kábel”-nek nevezhetők. Angol elnevezésük EVSE - Electric Vehicle Supply Equipment - azaz Elektromos Járműveket Kiszolgáló Berendezés. Elsődleges feladatuk, hogy garantálják a töltés biztonságát. Mivel töltéskor életveszélyesen nagy áramok folynak a hálózathoz az autó akkumulátoraiba, ez a legfontosabb szempont. A töltőpontok vezérlői (amelyek maguk is kis mikroszámítógépek) egy meghatározott protokoll szerint, egy külön vezetéken, az ún. „Control Pilot” jel segítségével kommunikálnak a jármű fedélzeti töltőjével. Ellenőrizni kell, hogy a töltőkábel mekkora áramot tud biztonságosan vezetni, hogy a védőföldelés csatlakoztatva van-e a járműhöz és még több további, a biztonság szempontjából fontos paramétert. Csak akkor kapcsolják a jármű töltőjére a hálózati feszültséget (és az autó töltője is csak akkor fogadja azt), ha mindent rendben találnak.

Az elektromos járművek töltésére vonatkozó szabvány az intelligens töltőket három csoportba sorolja: ún. Mode 2, Mode 3 és Mode 4 töltőknek nevezi. A Mode 1 töltők nem kommunikálnak a járművel, ezeket elektromos autóknál ma már nagyon ritkán használják. [9]

A jármű töltése 230V-os hálózati konnektorról

A Mode 2 töltőkkel konnektorokból lehet tölteni az elektromos autót. Elvileg bármilyen 230V-os háztartási konnektoron keresztül kapcsolódhatnak az elektromos hálózathoz. A hálózati konnektorok a terhelés hatására deformálódhatnak (következő kép).



2.ábra: Túlterhelt, megégett fali csatlakozó aljzatok³

A háztartási konnektorokat ugyanis nem olyan folyamatos, nagy terhelésre tervezték, amit egy autó Mode 2 töltője jelent. Ezért ezekhez a töltőkhöz is célszerű kiépíteni olyan, érintésvédelmi kapcsolóval (FI relé) ellátott, ipari kivitelű konnektort a garázsban, amely elviseli a folyamatos, nagyteljesítményű igénybevételt.

A töltő kábelre van építve egy kis doboz is, ami a vezérlő elektronikát rejt. Ezen LED-ek, vagy egy kis kijelző mutatja a töltési folyamat pillanatnyi állapotát. A kábel másik végén egy nagyméretű, speciális csatlakozó van, amivel a töltőt a jármű töltőbemenetére lehet kapcsolni.



3.ábra: Peugeot Ion gyári töltő⁴

Az autók gyári tartozék töltője maximum 10A töltőáramot biztosít a járműnek. A gyártók általában biztonsági okokból limitálják 10 Amperben a töltőáramot, hogy az gyengébb teljesítményű konnektorokkal is használható legyen. Azaz a töltési teljesítmény max. 2,3kW (a gyakorlatban ennél kevesebb, mert bizonyos veszteségekkel is számolni kell).

Fali gyorstöltők, töltőpontok

Az ún. Mode 3 töltőpontok képesek 22kW, de akár még ennél nagyobb teljesítménnyel is tölteni az elektromos járműveket. Lehetnek 1 fázisú (230V), vagy 3 fázisú (3x230V) berendezések. Ezek a töltők mindig fixen bekötve csatlakoznak az elektromos hálózathoz, ezért csak szakképzett villanyszerelő szerelheti fel őket. Tilos azokat – akár ipari - konnektorokon keresztül használni. A Mode 3 töltőket hívják a köznyelvben „fali” töltőknek, „gyors” töltőknek is, ahhoz,

³https://e-cars.hu/wp-content/uploads/2017/04/Amit-az-elektromos-aut%C3%B3k-t%C3%B6lt%C5%91ir%C5%91i-tudni-kell_pl.pdf

⁴ saját kép, szerkesztette: Györfi András

hogy mekkora teljesítményű legyen a töltő, annak a szabvány előírásain kívül csak a jármű fedélzeti töltője és az ingatlan villamos hálózata szab határt.

Fontos ugyanis figyelembe venni, hogy egy ingatlan elektromos hálózata összetett rendszer. A rosszul méretezett vezetékek melegehetnek, extrém esetben ki is gyulladhatnak súlyos anyagi kárt és életveszélyt okozva.

Az tehát, hogy autójához milyen teljesítményű töltőt tud használni, alapvetően két tényezőtől függ:

- Autója milyen maximális teljesítménnyel (maximális töltőárammal) tölthető, amit a jármű fedélzeti töltőjének teljesítménye határoz meg;
- Az elektromos hálózat milyen maximális árammal terhelhető a töltés során és ennek megfelelően milyen maximális teljesítményű töltőpontot telepíthet.

A falitöltők általában kétféle módon csatlakoztathatók az autóhoz. A fix kábeles változatok esetében a töltőkábel egyik vége fixen (nem oldható módon) be van kötve a töltőpontba, a másik végére pedig az autó töltőbemenetéhez illeszkedő csatlakozó van szerelve. Ezt kell az autóba bedugni. Használata nagyon egyszerű, pillanatok alatt lehet a járműhöz (vagy a járműről) (le)csatlakoztatni. A másik - ú.n. csatlakozós - megoldás esetén a töltőpontra egy csatlakozó aljzat van, amihez külön töltőkábelt kell használni. Ennek egyik végén olyan csatlakozó van, ami illeszkedik a töltőpontra lévő aljzatba, a másik végén pedig olyan, ami az autó töltőbemenetéhez passzol. Ennek a megoldásnak a nagy előnye, hogy ezt a töltőkábelt a töltőpontról le lehet csatlakoztatni, az autóban lehet tartani és bárhol, bármikor használni. A töltőpontok aljzatai ugyanis egész Európában szabványosak, így ugyanazzal a kábellel bármely nyilvános töltőhöz lehet csatlakozni. A töltőpontok esetében előírás, hogy azokat olyan áramkörbe szabad csak bekötni, amely szabványos védőföldeléssel, túláram- és áramütés elleni védelemmel (áramvédőkapcsoló, vagy FI relé) rendelkezik, ezt el lehet helyezni az ingatlan elektromos elosztószekrényében, vagy magában a készülékben is. [10]



4.ábra: A falitöltők csatlakozó aljzattal rendelkező verziója⁵

⁵ saját kép, szerkesztette: Györfi András

Villámgyors töltés egyenárammal

A Mode 4 megoldás, amikor az akkumulátort ún. villámtöltőkkel töltik. Ezek a töltéshez nagyfeszültségű (450-1000V) egyenáramot használnak, akár 150–400 Amper áramerősséggel. Ez a töltés nem a jármű fentebb említett fedélzeti töltőjén keresztül történik, hanem egy attól funkcionálisan különböző töltésszabályozón keresztül. Az egyenáramú, ún. Mode 4 „villám” töltőkkel az elektromos autók teljesen lemerült akkumulátorát 30-40 perc alatt akár 80%-ra is fel lehet tölteni.

A Mode 4 töltők a szabvány előírása szerint csak fix kábelek lehetnek, aljzat nincs rajtuk, saját töltőkábelrel azokhoz nem lehet csatlakozni. (Ha van is rajta töltő-aljzat, akkor az nem egyenáramú villámtöltést, hanem váltakozó áramú töltést biztosít.) Maga a töltőkábel is vastag, robusztus, hiszen nagyon nagy áram folyik rajta.



5.ábra: A Tesla gyorsöltői a győri pihenőnél az M1 autópálya mentén⁶

Az egyenáramú DC töltéshez a járművek is külön csatlakozóval rendelkeznek, vagy olyan kombinált csatlakozóval, amelyekben az egyenáramú töltéshez külön nagyáramú érintkezők vannak kialakítva.

Csatlakozók, kábelek és azok paraméterei

A töltőkábelben három (1 fázisú töltő esetében), vagy öt (háromfázisú töltőkben) vastag vezeték van, amelyeken a nagy áramerősségű töltőfeszültséget vezetik a járműhöz (fázis - vagy három fázis - nulla és védőföld). Ezen kívül egy vékonyabb vezetéken vezetik a Control Pilot (CP) jelet, ami a töltőpont vezérlője és a jármű közötti adatkommunikációt biztosítja. A töltőkábelek speciális csatlakozókkal kapcsolódnak a járművek töltőbemeneteire. A Mode 2 és Mode 3 (váltakozó áramú - AC) töltőkhöz az elektromos autókba jelenleg kétféle csatlakozót építenek be, az ún. Type 1, vagy Type 2 csatlakozót. Mindig az elektromos jármű gyártójának döntése, hogy melyik szabvány szerinti AC töltőcsatlakozót használja. [11] A következő képen Type 1 töltőcsatlakozó látható.

⁶ saját kép, szerkesztette: Györfi András



6.ábra: A Type 1 (vagy SAE J1772) töltőcsatlakozó⁷

Az ún. SAE J1772 (amerikai) szabvány szerinti csatlakozónak összesen 5 kontaktusa van - három vastag a nagy áramú töltéshez (fázis - L, nulla - N és védőföld - PE) valamint két vékonyabb kontaktus a Control Pilot - CP és a Proximity Pilot - PP számára. Ezt a csatlakozót Type 1 csatlakozónak nevezik. Lentebb a Type 2 csatlakozó és a biztosítékok láthatók.



7.ábra: A Type 2 (vagy IEC 62196 szabvány szerinti) csatlakozó⁸



⁷ saját kép, szerkesztette: Gyórfi András

⁸ saját kép, szerkesztette: Gyórfi András



8.ábra: Biztosítékok a töltőállomásokon, vészhelyzet esetére⁹

A csatlakozó felső részén egy billenő horgos akasztó is van, ami rögzíti az aljzatban a csatlakozót és megakadályozza annak kicsúszását. Ez a zár egyben egy, a csatlakozóba beépített kapcsolót is működtet. Így, ha valaki töltés közben mégis kihúzná az aljzataból a csatlakozót (ehhez le kell nyomnia a billenő zárszerkezetet), akkor a beépített kapcsoló bontja az áramkört és a vezérlő azonnal lekapcsolja a kábeltől a töltőáramot.

A Type 2 (vagy IEC 62196 szabvány szerinti) csatlakozó öt nagyáramú kontaktussal rendelkezik a két (CP és PP) segédkontaktus mellett. Ezért ez a csatlakozó nagyobb teljesítményű, 3 fázisú AC töltésre is használható - de csak abban az esetben, ha töltőkábel és a jármű fedélzeti töltője is 3 fázisú. Ennél a csatlakozótípusnál a rögzítést egy, az aljzatba épített, mágneses, vagy motoros működtetésű zár-stift biztosítja, ami lehetetlenné teszi a csatlakozó kihúzását az aljzataból töltés közben.

A Mode 4 egyenáramú „villám” töltők - mint fentebb már szó volt róla - a Mode 3 töltőkhöz képest nagyobb feszültséggel és jóval nagyobb áramerősséggel töltik az elektromos járműveket. Ilyen nagy áramerősségnél még vastagabb vezetőkeket és a csatlakozókban nagyobb átmérőjű kontaktusokat kell használni. Ezért az egyenáramú Mode 4 töltőkhöz a Type 1 és Type 2 csatlakozók nem alkalmasak. Az egyenáramú töltéshez ezért a járművekbe speciális csatlakozókat építenek be a gyártók. Sok esetben ez egy külön csatlakozó aljzat az autóban. Ez lehet a japán szabványból átvett „CHAdEMO”-nak nevezett, vagy a kínai szabványnak megfelelő „GB” típusú csatlakozó - bár ez utóbbi Európában nem nagyon fordul elő. [9] [11]

⁹ saját kép, szerkesztette: Györfi András

fázisok száma	elérhető maximális töltési teljesítmény (kW)				súly (kg)	kábel hossz (m)
	1	3	3.7	7.4		
T1 + T3	•		•	•	2.4	5
T1 + T2	•		•	•	2.4	5
T2 + T3	•		•	•	2.5	5
T2 + T2	•	•	•	•	3.2	5
T2 + T2	•	•	•	•	2.5	5
T2 + T2		•	•	•	3.2	5

9.ábra: Töltőkábel típusok összefoglaló táblázata¹⁰

Ha kültéri töltőpontot kell elhelyezni, akkor ellenőrizni kell, hogy az erre a célra alkalmas-e. Ezt az ún. IP védettség mutatja. Kültéri elhelyezéshez az eszköznek javasolt legalább IP54 védettségűnek lennie. Azaz por behatolása ellen legalább korlátozottan és bármely irányból fröcskölő víz ellen védett legyen a készülék. Az IP védettséget az elektromos készülék adattábláján fel kell tüntetni.

AZ ELEKTROMOS GÉPJÁRMŰVEK TÖLTÉSÉVEL, ELLENŐRZÉSÉVEL KAPCSOLATOS BIZTONSÁGI SZABÁLYOK

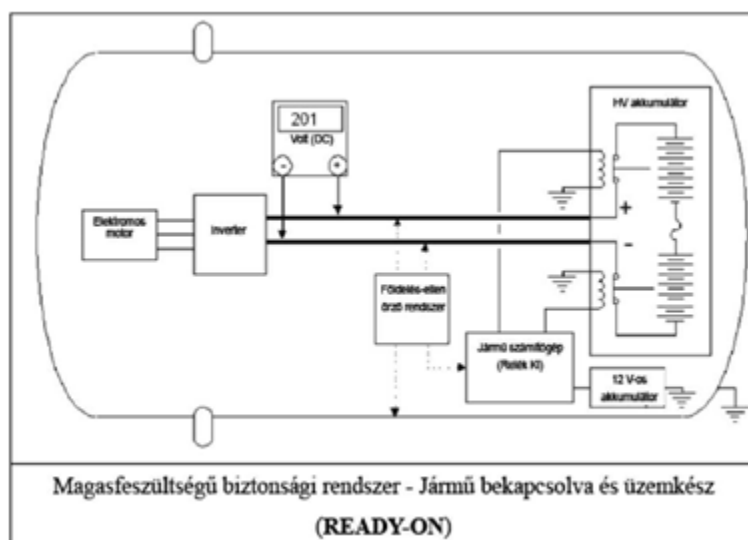
A gépjárművek szerelését, bontását tekintve nem létezik egységes központi integrált szabályozás az Európai Unióban, sem Magyarországon. Mivel e járművek magasfeszültségű elektromos rendszert, illetve akkumulátort tartalmaznak, ezért fontos ezen alkatrészek tulajdonságainak és műszaki adatainak ismerete és működési elvük megértése. Az egységes központi előírások hiányában minden gyártó maga állít elő hiteles és minőségi szabály-rendszereket, melyek ugyan kis mértékben eltérhetnek egymástól, azonban egységüket az képezi, hogy ezek betartása elhanyagolhatatlan a biztonságos szerelés érdekében. A gyártók a munka elvégzését csakis az arra képezített személyzetnek engedélyezik. A folyamat közben be kell tartani a gyár által kiadott utasításokat, a törvényi előírásokat és az ide vonatkozó egyéb rendelkezéseket is, ilyen például a baleset megelőzés, valamint a veszélyes hulladékok kezelése.

A bontási folyamat megkezdése előtt minden járműnél, mely nagyfeszültségű elektromos rendszert tartalmaz, el kell távolítani az akkumulátor csomagot, hogy a gépjármű ártalmatlanítása és bontása az előírásoknak megfelelően elvégezhető legyen. A munka megkezdése előtt tájékozódni kell a gyártó által kiadott tájékoztatóban az alkatrészek elhelyezkedésekről, mivel a nagyfeszültségű rendszerek részegységeinek elosztása típusonként különbözhet. [4] [5] [6]

¹⁰ <https://www.villanylap.hu/images/4471-1492891590.jpg>

A nagyfeszültségű rendszer megbontása előtt szükséges a rendszer áramtalanítása, ennek menete a következő lépésekből áll:

- Meg kell győződni, hogy a jármű nincs üzemkész állapotban. Erre megoldás, az üzem-állapot visszajelző ellenőrzése a műszerfalon, de a legbiztosabb, ha eltávolításra kerül a slusszkulcs a gyújtáskapcsolóból, ezzel is meggátolva az esetleges áram alá helyezést.
- Abban az esetben, ha a gépjárműben kiegészítő 12 voltos akkumulátor található, akkor el kell távolítani a csatlakozót a negatív pólusról.
- Ahhoz, hogy a nagyfeszültségű rendszert hatástalanítani tudjuk szükséges egy szigetelő kesztyű, melynek használata előtt meg kell győződni az épségéről.
- Ezután el kell távolítani a szervizcsatlakozót, ami a HV akkumulátoron található, ezzel teljesen megszakad a HV áramkör, majd kétoldalú ragasztóval leragasztani a szabadon hagyott csatlakozókat.
- A csatlakozó eltávolítása után meg kell várni az inverterben lévő kondenzátor kisülését. Ez eltarthat 5–10 percig is.
- Ezen lépések után szükséges még egy biztonsági folyamatot elvégezni, ennek folyamán a gépjárművet az adott pontokon feszültségmérővel végig mérik, ezzel is megbizonyosodva arról, hogy a HV akkumulátor megfelelően le lett választva, illetve a kondenzátor kisült-e.
- Utolsó lépésként a gépjárművön el kell helyezni táblát vagy táblákat, melyek figyelmeztetik a munkatársakat, hogy az adott jármű szerelés alatt van és emiatt tilos visszahe-lyezni a szervizcsatlakozót, ezzel is megelőzve a baleseteket.



10.ábra: Toyota Prius magasfeszültségű rendszere bekapcsolt állapotban¹¹

A szereléshez elhanyagolhatatlan védőöltözet elemei és szükséges egyéb felszerelések:

- védőszemüveg
- elektromosan szigetelt kesztyű
- szigetelt cipő

¹¹ www.toyota-tech.eu/HYBRID/HVDM/HU/Prius_HU.pdf

- saválló öltözék
- ragasztószalag
- szigetelt szerszámok
- szigetelőszőnyeg
- figyelmeztető táblák

Ezen munkafolyamat csak egy általános szerelési útmutató az elektromos járművek alkatrészeinek helyes lecsatlakoztatására és áramtalanítására. A szereléssel kapcsolatos pontos, bővebb információkat a gyártók típus-specifikusan biztosítanak a szerelésre és bontásra szakosodott szervezeteknek. [7] [8]

Az elektromos gépjárművek szárazra fektetésének folyamata

- Első lépésként áramtalanítani kell a járművet, amit a 12 voltos és a nagyfeszültségű rendszer korábban leírt lépései alapján kell elvégezni, hogy a munkafolyamat biztonságos legyen.
- Ezután következik az akkumulátorok eltávolítása, melyet az adott típushoz kiadott bontási útmutató alapján kell elvégezni.
- A fék- és a szervóolaj, majd az ablakmosó folyadék eltávolítása következik.
- Ha klímaberendezés is van az autóban, akkor a klímagáz leeresztése.

A nagyfeszültségű akkumulátor tárolása

A gyártók által kiadott kezelési útmutatók és veszélyes hulladékok tárolására vonatkozó törvények alapján szükséges ezen egységek tárolása, mivel a környezetre és az egészségre káros anyagokat tartalmaznak. A nagyfeszültségű akkumulátorok tárolására az alábbi előírások vonatkoznak:

- a tárolás helyét úgy kell megválasztani, hogy az megfeleljen a tűzbiztonsági előírásoknak
- a tárolás alatt az egységeket óvni kell az erős napfénytől, a nedvességtől, a magas hőmérséklettől és a mechanikai behatásoktól
- a különféle típusú akkumulátorokat (például: Lítium-ion, NiMH) a törvényeknek megfelelően, szükség esetén külön kell raktározni
- az áramforrásokat szigetelő gumiszőnyegen kell elhelyezni, a beépítés helyzetével azonosan
- a káros gázok képződése miatt a helységet jól szellőzővé kell alakítani
- a tárolási területet törvények alapján figyelmeztető jelzésekkel kell ellátni

Sérült akkumulátorok esetén, ha szivárgás, külsérelmi nyom vagy deformálódás figyelhető meg, azok tárolását elkülönítve, szabadterén, folyadéktól és napfénytől védve kell megoldani és szükséges a gyártói képviselőt értesítése a további teendőkkel kapcsolatban.

Az elektromos járművek speciális veszélyforrásai

Egy baleset helyszínén az első és legfontosabb dolgunk, hogy felismerjük az elektromos járművet annak jellegzetességei alapján, hiszen erre a balesetet szenvedett jármű utasai nem min-

den esetben tudják felhívni a figyelmet. A műszaki mentés, különösen veszélyes anyagok jelenlétében, komplex beavatkozás. [12] Éppen ezért kiemelt fontossággal bír a mentésvezető felderítése. Valóban járja körbe a járművet, vizsgálja meg a helyszínt és az autót. Az oltás folyamata megegyezik a hagyományos hajtású járművekével. Az azonosításnak legegyszerűbb módja a gépjármű hajtására utaló embléma keresése. 2011-ben az ország valamennyi hivatásos és önkéntes tűzoltóságán irányítói beosztást ellátó állomány részére, a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság központi továbbképzés keretein belül tartott oktatást a hibrid technológiáról. A képzési anyagokat, valamint az autógyártók által rendelkezésünkre bocsátott veszélyhelyzeti útmutatókat ismertek, így a speciális elméleti ismeretek beépültek a továbbképzési rendszerbe. [13] Az elektromos járművek műszaki mentése során – főleg, ha az akkumulátorok is megsérültek – fel kell készülni veszélyes anyagok szabadba jutására, vagy tűz keletkezésére is, ezért a megfelelő tűzoltó/mentesítő anyagokat is készenlétbe kell helyezni. [14]

Az Európa Unió és a nemzetközi szabványok ellenére találhatunk ellentmondásokat és hiányosságokat a rendszerekben. Az egyik legfontosabb kérdés a kültéri töltők IP védettsége. A legtöbb töltőt, kábelt és töltőfejeket IP54-s szabvánnyal tüntetnek fel, holott ezek csak korlátozottak vízbehatolás szempontjából. A Tesla töltője ennél is alacsonyabb IP44-s védettséget kapott. Az idealizált más elektromos készülékekben is jelen lévő állapot az IP65 védettség, ami természetesen költségesebb, de jóval biztonságosabb megoldás is lenne. A következő táblázat az elektromos berendezések IP védettségek szintjeit tartalmazza.

Az elektromos berendezések IP védelme idegen test és vízbehatolás szempontjából.			
Első Szám-jegy:	Idegen anyagok elleni védelem és érintésvédelem mértéke.	Második szám-jegy:	Víz behatolása elleni védelem mértéke.
0	A készülék nem rendelkezik különleges védelemmel.	0	A készülék nem rendelkezik különleges védelemmel.
1	Védett az 50mm-nél nagyobb átmérőjű szilárd testek behatolása ellen.	1	Függőlegesen csöpögő víz ellen védett.
2	Védett az 12,5mm-nél nagyobb átmérőjű szilárd testek behatolása ellen.	2	Függőlegesen csöpögő víz ellen védett, és 15°-ban dönthető a működési pozíciójához képest a készülék.
3	Védett az 2,5mm-nél nagyobb átmérőjű szilárd testek behatolása ellen.	3	A készülék védett permetező víz ellen, a függőlegestől számított 60°-ig.
4	Védett az 1mm-nél nagyobb átmérőjű szilárd testek behatolása ellen.	4	A készülék védett minden irányból fröcskölő víz ellen.
5	Por behatolása ellen korlátozott védelemmel van ellátva.	5	Védett minden irányból vízszög ellen.
6	Por behatolása ellen teljes védelemmel van ellátva.	6	Védett minden irányból erős vízszög ellen.
Sok esetben a készüléken az IP jelölés után, csupán egy számmal utal a gyártó, a védelmi módra. Az ilyen esetekben a hiányzó számot X-el kell helyettesíteni. Például IP X2 vagy IP 3X.		7	A készülék védett víz behatolása ellen, meghatározott idejű és mélységű vízbe-merítés esetén.
		8	A készülék védett víz behatolása ellen tartós vízbe-merítés esetén, a gyártó által megadott paraméterek szerint

11.ábra: Az elektromos berendezések IP védelme ¹²

¹² <https://groupmobile.com/resources/rugged-ingress-protection-ip-standards>

Az elektromos töltők védelme több szempontból is megvalósult, mint pl. a kétoldalról biztosított reteszek töltés közben és további mechanikus védekezési formák a rongálás és a balesetveszély megelőzésére. Az elektromos járművek és a töltők számának további növekedésével elkerülhetetlenek lesznek a balesetek, annak tekintetében, hogy szélesebb körben elterjedhetnek a nem szakszerű beépítések és a silány minőségű alkatrészek. [15]

ÖSSZEGZÉS

A kutatásom során igyekeztem egy rövid, tartalmas, lényegre törő körültekintést adni az e-mobilitás adta infrastrukturális lehetőségekről és azokban rejlő esetleges hibákról, veszélyekről. Az elektromos járművek elterjedése és sokszínűsége többszörösére fog nőni a következő 10-15 évben és ezzel tartani az ütemet nehéz feladat lesz. Személyes tapasztalatom ezt megerősíti, hiszen 3 különböző elektromos hajtású járművet néztem át és vizsgáltam meg. Minháromban a biztosítékok, a 12 voltos akkumulátor és az erősáramú kábelek is különböző helyeken és kialakításban kerültek elhelyezésre. A legkorábbi Peugeot Ion-ban pedig még az egységesített szabványok (narancssárga vezetékvezetés és biztosíték) még nem jelentek meg. Ezen gépjárművek elterjedése főleg a használtautó piacon lesz észlelhető fenntarthatósága és a többi jármű relatív magas árával szemben. A végső probléma pedig az elektromos járművek életciklusa végén megjelenő hulladékok kezelése és azok esetleges hasznosítása lesz. Mivel a korábban említett bontásra vonatkozó eljárások sincsenek még alapjaiban sem lefektetve, ezt a gondolatot tovább emelve a hulladék még nagyobb kihívásokat és problémákat fognak generálni. A további kutatásom célja ezen jövőbeli problémák feltárása és esetleges javaslattevés azok megoldására.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Varga Z., Szauter F.: Jövőbeli és alternatív járműhajtások – 2014 – digitális könyv- ISBN 978-615-5391-19-4
- [2] Lakatos István - Hibrid hajtású gépjárművek hatósági és diagnosztikai vizsgálati lehetőségei és a nagyfeszültségű rendszerek vizsgálatához szükséges előírások és munkavégelési eszközök – egyetemi jegyzet - 2011
- [3] Lakatos István – Energiatárolás elektromos hajtású autókban - egyetemi jegyzet - 2012
- [4] Alternative Fuels Data Center - Batteries for Hybrid and Plug-In Electric Vehicles https://www.afdc.energy.gov/vehicles/electric_batteries.html
- [5] Art's Automotive - Predictive Battery Failure Analysis For The Prius Hybrid <http://artsautomotive.com/publications/7-hybrid/140-predictive-battery-failure-analysis-for-the-prius-hybrid/> (letöltve: 2018. 03. 25.)
- [6] The car connection - 2011 Nissan Leaf Review https://www.thecarconnection.com/overview/nissan_leaf_2011(letöltve: 2018. 03. 25.)
- [7] Toyota Global - http://www.toyota-global.com/sustainability/report/vehicle_recycling/pdf/vr_all.pdf(letöltve: 2018. 03. 25.)
- [8] Toyota Prius - HV AKKUMULÁTOR BONTÁSI ÚTMUTATÓ

- https://www.toyota-tech.eu/HYBRID/HVDM/HU/Prius_HU.pdf(letöltve: 2018. 03. 28.)
- [9] Villanyszerelők lapja - Elektromos autók töltési módozatai - csatlakozás az elektromos hálózathoz – 2017 április
- [10] Antalóczy Tibor - Villanyautósok – Elektromos autó töltő típusok - 2017
<https://villanyautosok.hu/elektromos-toltoallomasok-magyarorszagon/elektromos-auto-tolto-tipusok/> (letöltve: 2018. 03. 28.)
- [11] Ecars.hu - Amit az elektromos autók töltőiről tudni kell
https://e-cars.hu/wp-content/uploads/2017/04/Amit-az-elektromos-aut%C3%B3k-t%C3%B6lt%C5%91ir%C5%91-tudni-kell_pl.pdf (letöltve: 2018. 04. 22.)
- [12] Horváth Galina, Kuti Rajmund: Задачи руководителя аварийно-спасательных работ по ликвидации аварий при перевозке опасных веществ автотранспортом, POZHARY I SHREZVYCHAJNYE SITUACII: PREDOTVRASHENIE LIKVIDACIA 2017: (1) pp. 30-34.
- [13] Karsa Róbert- Hibrid járművek speciális veszélyforrásai, a tűzoltói beavatkozás sajátosságai, Védelem Online Tűs-és katasztrófavédelmi Szakkönyvtár, 2016 1-5. p. <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/470-hibrid-jarmuvek-specialis-veszelyforrasai-a-tuzoltoi-beavatkozas-sajatossagai.pdf> (Letöltve: 2018. 04. 27.)
- [14] Kuti Rajmund: Advantages of Water Fog Use as a Fire Extinguisher, ACADEMIC AND APPLIED RESEARCH IN PUBLIC MANAGEMENT SCIENCE 14: (2) pp. 259-264.
- [15] Győrfi András - Az e-mobilitás alternatív alkalmazási lehetőségei – Műszaki Katonai Közlöny - XXVIII. évfolyam, 2018. 1. szám
218-234. p. http://hkk.archiv.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF_2018_1sz/2018_1sz.pdf (letöltve: 2018. 05. 03.)