

Óbudai Egyetem

Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Tudományos Diákköri Konferencia

Elektromos járművek tűzbiztonságának vizsgálata

Készítők:

Szabó Viktória QGAIWN

Molnár Kristóf ELDQOH

Konzulens: Dr. Nagy Rudolf

Budapest

2018.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3.
2. Járművekben keletkezett tüzek sajátosságai.....	6.
2.1 Járműtechnika tűzvédelmi problémái	6.
2.1.1 Gondatlanság okozta tüzesetek	7.
2.1.2. Technológiai vagy műszaki meghibásodásból adódó tüzek	7.
2.1.3. Elektromos meghibásodásból adódó tüzek	8.
2.1.4. A környezetből a járműre áttérjedő tüzek	10.
2.1.5. Gyújtogatásból származó tüzek.....	10.
2.1.6. Balesetből keletkezett tüzek	10.
2.2 Menekülés és segítségnyújtás	11.
2.3 Passzív megoldások a járművek tűzvédelmében	13.
3. Elektromos gépjárművek tüzesetei.....	14.
3.1 Túlmelegedésből adódó meghibásodás.....	14.
3.2 Balesetből adódó tüzeset.....	16.
3.3 Töltőállomáson bekövetkező tüzeset	19.
4. Tűzkockázatok vizsgálata a különböző járműmeghajtásoknál	21.
4.1 Meghajtási típusok csoportosítása.....	21.
4.1.1 Belső égésű motorok	22.
4.1.2 Elektromos üzemű járművek.....	23.
4.1.3 Hibrid járművek	24.
4.2 Statisztikai adatok	24.
5. A tűzoltás taktikája elektromos járművek esetén.....	27.
5.1 Taktika.....	28.
5.2 Az oltóanyag	29.
6. Jogi szabályozások	32.
6.1 Nemzetközi előírások.....	32.
6.2 Hazai műszaki és jogi szabályozás	34.
6.3 Gyártói szabályozás	34.
7. Következtetések, javaslatok	36.
Irodalomjegyzék.....	38.

1. Bevezetés

A dolgozatunk, egy napjainkban egyre égetőbb problémává váló műszaki és közlekedésbiztonsági kihívással foglalkozik. Az elektromos járművek elterjedése, a számos pozitív tulajdonsággal rendelkezik. Megjelenésükkel egy fenntartható technológia fejlődése vette kezdetét, amely nincs káros hatással bolygónk légkörére és az életre. Fokozatos bevezetésükkel párhuzamosan a globális szén-dioxid kibocsátás fokozatosan csökken, mely folyamat, a megújuló energiaforrások alkalmazásának is köszönhető. Az elektromos autó társadalmunk két fő problémájára jelent megoldást: a légszennyezésre és az üvegházhatásra. Az elektromos járművek használatával nagy mértékben hozzájárulunk a globális felmelegedés elleni küzdelemhez, nem szennyezzük tovább élőhelyünket és környezetünket. Villanymotor lévén a járművek szén-dioxid (CO₂) kibocsátása egyenlő a nullával, így nem termel üvegházhatású gázokat, ezzel az ózonréteg károsításában sem játszik szerepet. Ezen légkörre gyakorolt jótékony hatásait szemléltetve a fejlett országok, mint Norvégia, Japán, Ausztria, Hollandia, Németország stb.; további kedvezményekkel és jutalmakkal ösztönzik az elektromos járművek elterjedését. Ilyen ösztönző intézkedések, az engedélyezett buszsáv használat, adókedvezmények, töltőhálózati pontok ingyenes használata, vagy az ingyenes komppal történő vízi szállítás. [1] Magyarországon az elektromos járművet használók ingyenesen parkolhatnak a belvárosban, így autóik üzemeltetése lényegesen olcsóbb. Budapesten több közösségi autómegosztó is elindult, melyek egy egyszeri regisztrációs díj, plusz a havi és percdíj megfizetése után állnak a felhasználók rendelkezésére. A két legnépszerűbb ilyen szolgáltatás a GreenGo, illetve a MOL Limo. Utóbbi az idei év elején, 2018. január 25 -én indult. Egyre bővülő járműflottájával és kezdeti nyomott áraival piacvezetővé vált az autómegosztó szolgáltatások között. Bár az elektromos járművek előállítása 30-50%-kal magasabb gyártási költséget igényel a elektromotor és akkumulátorok miatt, gyors, széleskörű elterjedés és fejlődés figyelhető meg ezen járművek piacán. Az elektromos járművek akkumulátora lényegesen nagyobb a fosszilis üzemanyaggal hajtott társaikénál és az üzemanyag felhasználás hatásfoka is jóval kedvezőbb. Míg a fosszilis hajtóanyaggal működtetett motorok csak 25-40%-os hatásfokkal üzemelnek -vagyis 60-75% energia hővé alakul- addig az elektromos autók 80-90%-os vagy még azt is meghaladó hatásfokkal dolgoznak. [2] [3] Ezekből az következik, hogy a felhasználóknak napjainkban nem kell működési hatótávolság hátránnyal számolniuk a fosszilis üzemanyaggal hajtott típusokkal szemben, mint ahogy azt kellett évekkkel ezelőtt. Mindezen tulajdonságoknak köszönhető az elektromos járműipar jelentős fejlődése. Elektromos autózásról az 1800-as évek vége, az 1900-

as évek eleje óta beszélünk. Az 1828-ban egy magyar feltaláló Jedlik Ányos megtervezte, majd 1888-ban Andreas Flocken megépítette az első négykerekű elektromos járművet. Az 1908-ban Henry Ford által elkészített Ford T-modell megjelenésével, futószalag rendszerű gyártásával és folyamatos fejlesztésével az elektromos autók gyártása háttérbe szorult. A 70-es, 80-as, 90-es években voltak kisebb próbálkozások az elektromos járművek feltámasztására, mint a CitiCar, a magyar, Szolár Tibor által tervezett “Pingvin” vagy a General Motors EV1-e, azonban gyökeres áttörést csak a 2000-es években értek el. 2003-ban Elon Musk megalapította a Tesla Motors -t, majd 3 évvel később a cég piacra dobta a Tesla Roadster-t. Napjainkban a legismertebb és legnépszerűbb elektromos autó típusok közé a Nissan Leaf, a Volkswagen e-Golf és e-Up, a Tesla Modell S és Modell X, a BMW i3 és 330e, a Renault Zoe, a Mitsubishi Outlander PHEV és a Kia Soul EV tartoznak. [4] A következő táblázatban a tavalyi év első 20 legnépszerűbb elektromos autó típusának piaci részesedése, illetve eladási darabszáma látható:

A legnépszerűbb elektromos autók Európában			
	eladás (december)	eladás (2017)	piaci részesedés
Renault Zoe	3380	31410	10%
BMW i3	1979	20855	7%
Mitsubishi Outlander PHEV	1837	19189	6%
Nissan Leaf	486	17454	6%
Tesla Model S	2451	15553	5%
Volkswagen Passat GTE	1291	13599	4%
Volkswagen e-Golf	1369	12895	4%
Tesla Model X	2156	12630	4%
Mercedes GLC350e	975	11249	4%
BMW 225xe	919	10805	4%
BMW 330e	1180	10117	3%
Volkswagen Golf GTE	983	9267	3%
Audi A3 e-Tron	616	8356	3%
Volvo XC90 T8	725	7847	3%
Mercedes C350e	399	6861	2%
BMW 530e	825	6143	2%
Hyundai Ioniq Electric	669	6117	2%
BMW X5 xDrive40e	553	5944	2%
Kia Soul EV	558	5551	2%
Smart Fortwo ED	1707	5191	2%
Egyéb	8680	69110	23%
TELJES	33738	306143	100%

1.ábra¹: A legnépszerűbb elektromos autók Európában 2017-ben.

A táblázatban megfigyelhető, hogy csak a tavalyi évben 306000 új elektromos autóval bővült az európai közlekedés. Világszinten az elektromos autók száma átlépte a 3 milliót.

¹Forrás [5]

Magyarországon 2013-ban mindössze 1000 elektromos vagy hibrid meghajtású járművet regisztráltak. Jelenleg a tisztán elektromos meghajtású autók száma 2200-ra, a zöld rendszámmal futató növelt hatótávolságú elektromos autók száma pedig 5000 körülire tehető. Ez 5 év alatt ötszörös növekedést jelent. [6] A kormány becslései szerint hazánkban 2020-ra 30000 elektromos autó fog közlekedni. Azonban a 2030-ra kitűzött cél még megdöbbentőbb, ugyanis addigra hazánk 9%-ra szeretné növelni az elektromos autók százalékos számát, ami becslések szerint 400000 db elektromos meghajtású járművet fog jelenteni. Az újabbnál-újabb típusú elektromos autók megjelenésével és fejlődésével együtt az elektromos töltőpontok is kiépítésre kerültek. Jelenleg a hazai vonatkozásban több mint száz nyilvános töltőpont került kiépítésre ám ez a szám a tervek szerint 2020-ig eléri a 3000-et. [7]

Azonban, mint minden új technológiának, ennek is hosszú fejlesztésre van még szüksége ahhoz, hogy elérjen egy megfelelően magas biztonsági színvonalat és kellően beépüljön a köztudatba. Az infrastrukturális, és jogi kihívások mellett, ezen dolgozatunkban a műszaki problémákkal, ezen belül is az elektromos járművek tüzeseteivel foglalkozunk. Ezt a témát azért találtuk fontosnak, mert napjainkban egyre elterjedtebbek az elektromos meghajtású járművek, viszont ezeknek kockázatai szignifikánsan eltérnek a hagyományos, fosszilis üzemanyaggal hajtott járművektől.

Dolgozatunkban kitérünk a járműtüzek sajátosságaira, kialakulásának okaira és a jelenlegi tűzoltási gyakorlatban lévő taktikákra. Összehasonlítjuk a fosszilis üzemanyaggal hajtott járművek, a hibrid járművek és az elektromos meghajtású járművek jellemzőit tűzvédelmi szempontból, valamint részletezzük a részben vagy egészen elektromos meghajtású járművekre vonatkozó szabályozásokat. Megvizsgálunk néhány megtörtént esetet, hogy hogyan befolyásolta a fejlesztést és a szabályozásokat. Továbbá adunk néhány javaslatot ezen járművek tüzeseteinél történő beavatkozás biztonságosabbá tételének érdekében.

2. Járművekben keletkezett tüzek sajátosságai

A járművekben keletkező tüzesetek súlyos problémát jelentenek mind a járműtulajdonos és a járműben tartózkodók életére, testi épségére, vagyonára, mind pedig a jármű aktuális környezete számára. A legtöbb jármű tüzeset gondatlanságból, figyelmetlenségből, hanyagságból vagy hozzá nem értő „kontár” szerelésből adódó műszaki hibákból, illetve balesetektől ered, holott kellő odafigyeléssel és körültekintéssel az ingatlan-, erdő- és terület-tüzekhez hasonlóan nagy részük elkerülhető, megelőzhető lenne.

Egy jármű tűz bekövetkezésekor csak az autó nagyságából kiindulva lényegesen kisebb idő alatt képes teljes mértékben kiégni tulajdonunk, mint egy ingatlan esetében. Éppen ezért autó tűz esetén is a legnagyobb ellenségünk az idő. Mihamarabb észlelnünk kell a tűz kialakulásának legkisebb kezdeti jeleit is, amik lehetnek égett szag a kocsiszekrényben, kisebb füst vagy hibajelzés a műszerfalon. Ezek műszaki meghibásodásra, rövidzárlatra utalhatnak, melyek könnyen tüzesetbe csaphatnak át. Ezt el tudjuk kerülni, amennyiben még a tűz keletkezése előtt minél gyorsabban ellehetetlenítjük annak kialakulását. Ez az előbb említett hibák esetében azonnali megállással, a gyújtáskapcsoló „0” állásba helyezésével, azaz a motor leállításával szüntethető meg. Ily módon áramtalanítjuk a járművet, melynek okán a kialakult rövidzár nem képes tovább hevíteni a vezetékét és nem keletkezik tűz. A probléma azonban az, hogy ezt csak nagyon nehezen tudjuk észlelni és még ha észleljük is, csak nagyon kevés időnk van leereagálni a kialakult helyzetet. Mivel az autókban sok éghető anyag található, az ülészetek és ülések szivacsai, a kárpit, a műanyag belső elemek és bőrborítások, festékek, akkumulátor, elektromos vezetékek, valamint az üzemanyag formájában, a tűz terjedéséhez ezek mind hozzájárulnak. Percek alatt képes az egész kocsiszekrény lángra kapni, holott ez egy egyszerű porral vagy habbal oltó tűzoltó berendezés gépkocsiban tárolásával és alkalmazásával megakadályozható lenne. [8] [9]

2.1 Járműtechnika tűzvédelmi problémái

Az elektromos és hibrid meghajtású járművekben általánosságban elmondható, hogy azonos jellegű, hasonló meghibásodásokból és okokból kifolyóan alakulnak ki tüzek, mint a csak fosszilis hajtóanyaggal hajtottak esetében. Azonban a tűz terjedését és intenzitását nagy mértékben befolyásolják. Ezeket az eltéréseket később fogjuk elemezni. A tüzesetek kiváltó okai több dologból adódhatnak, melyek a következők:

- Gondatlanság okozta tüzeset
- Technológiai vagy műszaki meghibásodásból
- Elektromos meghibásodásból
- Környezeti áttérjedésből
- Gyújtogatásból
- Balesetből

2.1.1 Gondatlanság okozta tüzesetek

Az utastérben számtalan olyan hétköznapi eszköz kerül elhelyezésre az utazások időtartama során, melyek tűz és robbanás veszélyt jelenthetnek. A tűzveszélyt elsősorban azon eszközök jelentik, melyek elősegítik a felmelegedést, ilyenek például a napfény fókuszálására alkalmas gyűjtőlencsék. Ha ezen eszközök jelenlétével nagy mennyiségű olyan anyag található mely nincsen égéskésleltetéssel ellátva, akkor nagyon hamar keletkezhet olyan tűz, melynek eloltására már nem elég az ajánlásban szereplő porral oltó készülék jelenléte és használata. A különböző sprayk szintén ide tartoznak, műszerfalápoló spray jégoldó illetve a WD-40 kenőolaj és vízkiszorító spray, melyekre szükségünk lehet olykor az autó használatakor, viszont ezeket a robbanás veszély miatt nem szabad a napon felhevült kocsiszekrényben tárolnunk! Dohányzás az autóban ugyancsak tűzveszélyes mivel az utastérben lévő kárpitok, műanyagok textil bőr és festék bevonatok rendkívül gyúlékonyak. Ugyanide tartoznak a kontár szerelésből, szakszerűtlen elektromos és mechanikus bekötésekből adódó tüzesetek, melyek szakértő/szerelő bevonásával elkerülhetők lennének. [9] [10] [11] [12]

2.1.2. Technológiai vagy műszaki meghibásodásból adódó tüzek

A járművek leggyakoribb tüzet okozó meghibásodás formája a műszaki meghibásodás.

A motor elektromos meghajtású járművek esetén önmagától nem gyulladhat meg, azonban a motorban lévő és annak működéséhez szükséges kenőanyagok felhevülve a motor forró elemeire fröccsenhetnek melyek már lánggra kaphatnak. Ettől eltérő a helyzet a belső égésű motorok tekintetében, ugyanis a motorban eléggő üzemanyag nagyon tűzveszélyes lehet egy esetleges meghibásodás esetén.

Az üzemanyag ellátó rendszer meghibásodása esetén hirtelen üzemanyag szag csaphat meg minket, mely a hajtóanyag szivárgását is jelentheti. Mivel az üzemanyag párolgása fokozottan tűzveszélyes, ilyen esetben is azonnali cselekvés, a jármű leállítása szükséges.

Hűtő és fűtő rendszerek bizonyos időközönkénti (két évente ajánlott) tisztításának, karbantartásának elmulasztásának okából lerakódik a szennyeződés. Tovább használata során amellet, hogy csökken a hatékonysága, túlmelegedést okozhat a gépjárműünkben. Hasonlóképpen viselkedik egy eldugult katalizátor, ami ilyen állapotában könnyen felhevül és meggyújthatja az autó utasterében lévő kárpitot vagy szigetelést. Az üzemanyag tökéletlen égése során melléktermékek keletkeznek, amik lerakódnak a kipufogórendszerben. Ezen kockázat ugyancsak elkerülhető rendszeres ellenőrzés és karbantartás segítségével.

Fékek és gumiabroncsok túlhevülése szintén tüzesetet okozhat. Egy nagy sebességgel haladó autóban a defekt után fellépő és a lapos kerékre ható súrlódási hő akár néhány körbefordulás alatt oly mértékben felhevítheti a gumiabroncsot, hogy az lángra kaphat. Éppen ezért a lehető leggyorsabban és természetesen biztonságosan félre kell állni egy ilyen eset bekövetkezését követően. [13] [14] [15]

2.1.3. Elektromos meghibásodásból adódó tüzek

Elektromos meghibásodásból adódó tüzek nem csak elektromos meghajtású járműveknél keletkezhetnek. Meghajtási módtól függetlenül, minden járműben van beépített elektronika, vezetékek és akkumulátor. Ezen meghibásodásokat éppen ezért két csoportra osztjuk, nevezetesen a panelek és vezetékek tüzeseteire, valamint az elektromos meghajtással rendelkező járművek akkumulátor tüzeire. [15]

A jármű vázát, padlózatát utas és motorterét behálózó elektromos vezetékek magukban hordozzák a rövidzárlat kialakulásának kockázatát, melyek tüzesetekhez vezethetnek, ez a hiba meghajtástól függetlenül minden járműben létrejöhethet. Ilyen szituációk tervezési hibából, kontakthibákból, a laza rögzítésből, illetve a vezeték védőbevonatának sérüléseiből adódhatnak. Például a 2016. február és 2017. július között gyártott Fiat Ducato-nál, amely visszahívásra került a tavalyi év decemberében mivel a kipufogógáz-visszavezető vezeték könnyedén eltörhetett, ami miatt érintkezés alakulhatott volna ki a generátorral ezzel pedig rövidzárlatot, tüzet okozhatott volna az autóban. [16]

Az elektromos hibából adódó gépjárműtüzek másik nagy csoportja az elektromos meghajtáshoz kötődik, nevezetesen a hajtóanyagul szolgáló töltést tároló akkumulátor. Abban az esetben, ha például az utastérben keletkezik tűz egy elektromos meghajtású autóban, de az akkumulátort nem érinti, akkor gond nélkül alkalmazható az ajánlott porral oltó berendezés. Abban az esetben azonban, ha az akkumulátorra is áttérjed a tűz, vagy éppen onnan indul el, akkor az égés

folyamata nagyban megváltozik, ez pedig maga után vonja az oltás taktikájának megváltoztatását is. [17] [19]

A belső égésű motorral hajtott gépjárművek is rendelkeznek akkumulátorral, ezek azonban anyagukat, méretüket, elhelyezkedésüket és rendeltetésüket tekintve is nagyban eltérnek az elektromos gépjárművekben használt akkumulátoroktól. Míg ezek az akkumulátorok rendszerint ólomakkumulátorok és 12 V feszültséget állítanak elő, addig az elektromos járművekben lítium-ion akkumulátor található, ami 300-500V-os feszültséggel látja el a járművet. Az ilyen típusú akkumulátorokkal meglehetősen gyakran találkozunk a mindennapi életünk során, ugyanis például laptopokban és okostelefonokban szinte kizárólagos a használatuk, ezért az átlagember azt gondolhatná, hogy mivel a járművekben nincs üzemanyagtartály, így a tüzesetek kockázata gyakorlatilag minimális. Ezzel szemben azonban időről-időre előfordulnak a lítium-ion akkumulátor hibájából adódó tüzesetek. [20]

Tűzvédelmi szempontból meglehetősen nagy kihívást jelent, hogy ezek az akkumulátorok „oxigén nélkül” is tudnak égni. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy az égési folyamatnak nincs szüksége oxigénre, hanem azt, hogy az égéshez szükséges oxigén megfelelő mennyiségben keletkezik az anód és a katód bomlásából adódóan, tehát a környezetből történő oxigén elvonás nélkül is képesek égni. [17]



2.ábra²: Elektromos jármű akkumulátorának elhelyezkedése

² Forrás [18]

A helyzetet tovább nehezíti az a tény, hogy egy hagyományos személygépjármű akkumulátora rendszerint nem haladja meg a 300x200x200mm-es méretet (legtöbbször még ennél is kisebb). Ezzel szemben az elektromos meghajtású járműveknek két akkumulátora is van, melyek közül a meghajtásért felelős akkumulátor, szinte a jármű teljes alsó részén végig húzódik, ami az oltási folyamatot nagyban megnehezíti. [17] [19]

2.1.4. A környezetből a járműre áttérjedő tüzek

Ilyen típusú tüzeset akkor fordulhat elő, ha gyúlékony tűzveszélyes anyagok veszik körül a parkolóhelyen várakozás során. Az autók használati kézikönyve is felhívja figyelmünket arra, hogy kerüljük a száraz avaron vagy gyepen történő megállást mert az autó forró alkatrészei könnyen tüzet okozhatnak. Emellett legyünk körültekintők a járművünk körül elhelyezkedő veszélyforrásokra, ne álljunk meg túl közel az épületek falaihoz mert azokról egy esetleges tűz könnyedén áttérjedhet saját autónkra. Azonban ezen kockázat nem iktatható ki teljesen, ugyanis egy mélygarázsban, vagy olyan parkolóban, ahol a járművek egymás közvetlen közelében parkolnak, nem zárható ki az áttérjedés lehetősége semmilyen óvintézkedés segítségével sem. Továbbá egy baleset során is keletkezhetnek olyan sérülések melyek mozgásképtelenné teszik a gépjárművet és a környezeti tüzekkel szemben védtelenné válik.

2.1.5. Gyújtogatásból származó tüzek

Ezek a tüzesetek szándékos gyújtogatás hatására keletkeznek, ezért ellenük a védekezés lehetetlen, nincs olyan tűzvédelmi módszer vagy eszköz, amivel meg lehetne akadályozni vagy el lehetne kerülni az ilyen eseteket. Az NFPA felmérése szerint az ilyen esetek az Amerikai Egyesült Államok területén elsősorban az esti és az éjszakai órákban fordul elő, ez pedig abból adódik, hogy ilyenkor kevesebb a szemtanú és kisebb a lebukás kockázata a szándékos elkövetőkre nézve. [17] [39]

2.1.6. Balesetből keletkezett tüzek

Balesetből csak kevés esetben keletkezik tűz ugyanis a legtöbb jármű karosszériája úgy van kialakítva, hogy bizonyos mértékig elnyelje az ütközés során fellépő erőhatásokat ezzel védve az utas személyi épségét és az autóban lévő, a tűz keletkezésére potenciális veszélyt jelentő elemeket. Egy baleset során járműtűz kialakulásához olyan mértékű sérüléséhez van szükség

melynek során az üzemanyag tank vagy motorblokk súlyos sérülése következik be. Ilyen mértékű sérülés a nagy sebességű és/vagy frontális ütközések esetén történik. Az eset után fellépő tűz nagyságát és intenzitását a becsapódás helye és ereje, valamint a jármű szerkezeti kialakítása nagy mértékben befolyásolja. Manapság azonban a gyűrődőzónák, a megerősített profilú váz, a légsákók és az egyéb biztonsági berendezések lehetővé teszik, hogy a becsapódás következtében keletkező sérülések elsősorban az autóra hassanak, és a benn tartózkodók túlélési esélyeit hivatottak növelni. [13] [14] [15]

2.2 Menekülés és segítségnyújtás

Ha a megelőző óvintézkedések ellenére mégis bekövetkezik a tüzeset akkor kerülnek szóba a járműből való kijutás problémái. Alapvető dolog, hogy minden ilyen esetben az emberi élet védelme az elsődleges. Az emberbe „épített” élet és menekülési ösztön ilyenkor lép csak igazán működésbe. Azonban ez könnyen átcsaphat pánik helyzetbe, melynek okai a felkészületlenség és sokkhatás lehetnek. Ez a jelenség az ember pszichés állapotából adódóan megnehezíti a járműből való kijutást, további személyi sérülésekhez vezethet. Egy járműből való mentés olykor nehezebb lehet egy ingatlanból való mentéshez képest. A beszorulás elkerülése érdekében érdemes egy vágóeszközt tartanunk autónkban egy kézhez közeli helyen, mert ezzel a beragadó biztonsági öv könnyedén elvágható és az öv fémes részével az ablak kitortható így biztosítható a menekülés. A mentési művelet gyakran csak a járműtest feszítővágóval történő darabolásával, a szerkezet megbontásával kivitelezhető, amire a tűzoltók oktatással, gyakorlatokkal és megfelelő eszközökkel egyaránt fel vannak készülve. Baleset során a járműből való menekülést nehezítik a megrongálódott és esetlegesen beszorult ajtók, deformálódott karosszéria elemek, a beragadó biztonsági öv vagy a balesetet elszenvedő személy sérülésének mértéke. Utóbbit segítségnyújtáskor és mentéskor alaposan fel kell mérni amennyiben a körülmények erre lehetőséget adnak. A beavatkozást végző mentőerők erre jól fel vannak készülve és csak abban az esetben távolítják el sürgősen a sérültet, ha a járművet tűz, vagy egyéb súlyos környezeti veszély fenyegeti, ellenkező esetben a kárhelyparancsnok aprólékosan összehangolja a mentők és a műszaki mentést végző tűzoltók munkáját, a további sérülések elkerülésének érdekében. Tűz esetén ugyanis a legfontosabb, hogy a járműben tartózkodók bennégését megakadályozzuk. A segítségnyújtás elmulasztását a BTK. 166. § -a szankcionálja 2 év szabadságvesztéssel, mely büntetés a segítségnyújtás elmulasztásából származó haláleset bekövetkezése esetén 3-5 évre is emelkedhet. Fontos megemlíteni, hogy a törvény a segítő személyt a tőle elvárható minimum segélynyújtás teljesítésére kötelezi, nem

többre. Az életveszély elhárítása közben a mentett személyben keletkező további sérülésekért a mentő személy nem tartozik felelősséggel, mivel ilyenkor az életveszélyes helyzetből való mentés a legfontosabb. Egyes újabb típusú autókba már beépítésre került segélyhívó rendszer, mely baleset esetén gombnyomásra vagy automatikusan segítséget hív, elküldi az aktuális tartózkodási helyet a mentőszervek felé. Az “e-Call” nevű rendszer a tartózkodási hely mellett a járműben bekapcsolt övek számát, valamint a jármű üzemanyagát is továbbítja a Magyar Autóklub operátorainak, akik értesítik a illetékes mentőegységeket. Az adatok a tűzoltóknak és mentőknek egyaránt nagy segítséget jelent, így meghatározható a kivonuló mentőkocsik száma és a beavatkozó tűzoltó jármű típusa és felszereltsége. Éppen ezért, a halálos kimenetelű autóbalesetek elkerülése végett, 2018 április 1. -jétől egy Uniós rendelet értelmében csak olyan új jármű bocsátható forgalomba, amely rendelkezik ezzel a fedélzeti egységgel. [21] [22] [23]



3.ábra³: Az e-Call rendszer segélykérő nyomógombja egy elektromos Peugeot iOn-ban

Az égés három alapvető feltétele az éghető anyag, gyulladási hőmérséklet és az égéshez szükséges oxigén egyaránt adottak a járművekben, így a tűz kialakulásához és terjedéséhez minden feltétel teljesül egy gépjármű esetén. Mivel az autóban lévő vezetékek nagy része, a motor és az akkumulátor is a motorháztető alatt, vagyis a jármű elejében található - ezek a hibrid, tisztán elektromos járművek, illetve az általánostól eltérő gépjárművek esetén eltérő helyen lehetnek - így a járműtüzek legtöbbször innen indulnak ki és terjednek tovább a kocsiszekekre. A motorháztető felnyitása csak a porral oltó készülék üzemkész állapotának fennállása esetén ajánlatos, hiszen felnyitáskor, az addig a keletkező füst és egyéb égéstermékek által elnyomott tűz oxigénhez jutása lévén intenzív lánggal égésbe csap át. Az anyagi károkon felül a járművek égése során mérgező anyagok kerülnek a levegőbe ezzel nagy mértékben szennyezve a környezetet is, valamint veszélyeztetve az oltást végző és környezetében

³ Forrás [24]

tartózkodók testi épségét. Mindezek mellett egy kiégett autó a vagyoni veszteségén kívül, a használati funkciójához mérten tovább kiesést/kieséseket okoz tulajdonosának. Ezen okokkal és problémákkal kell szembenéznünk egy esetleges jármű tüzeset bekövetkezésekor.

2.3 Passzív megoldások a járművek tűzvédelmében

Passzív vagy más néven szekunder biztonsági megoldásnak mondható minden, olyan védelmi intézkedés, ami egy keletkezett negatív kimenetelű esemény súlyosbodását gátolja. Ez a járművek tűzvédelmi szempontjából a tűzterjedést gátló vagy lassító eszközöket, anyagokat jelenti.

A fedélzeti számítógép különböző mérőberendezésekkel, nyomás- és egyéb érzékelőkkel van ellátva, amik segítségével a műszerfalon elhelyezett ábrákkal és ledekkel tájékoztatni tudja a jármű vezetőjét az esetleges problémákról. Ezekre a sofőr idejében reagálva elkerülheti a tűz keletkezését, vagy legalábbis elég időt biztosít a bent tartózkodók menekülésére. A motor túlmelegedése származhat a hűtővíz túlhevüléséből, a hűtőventilátor meghibásodásából, az olajnyomás eséséből vagy szivárgásból adódó kenési problémákból. Ezen esetekre visszajelző lámpa figyelmeztet így elkerülhető a jármű károsodása vagy esetlegesen a motor kiégését. Ezek felhasználójuk általi dekódolására a jármű kezelési útmutatója nyújt segítséget.

Az elektromos autókban a megkülönböztethetőség végett a villamos berendezéseket összekötő nagyfeszültségű kábelek a jármű padlólemeze alatt futnak és narancssárga színűek. Így szereléskor könnyebben észrevehetőek és végig követhetők ezáltal szinte nullára csökken annak a valószínűsége, hogy a szerelő véletlenül rossz kábelhez ér hozzá, bont meg vagy esetleg vág el. A jól megkülönböztethető szín a tűzoltók munkáját is segíti ugyanis így a mentés előtti áramtalanítás is könnyebben, gyorsabban kivitelezhető. [25] [26] [27]

Az autó utasterében megtalálható kárpitok, burkolatok/bevonatok és vezetékek egyaránt tűzterjedésgátló vagy égéskésleltető adalékokkal vannak ellátva. "A vezetékek műanyag bevonatába gyakran alumínium-hidroxidot adagolnak, amely 200°C-on alumínium-oxidra és vízre bomlik, miközben hőt von el környezetéből. A víz leadását követően megmaradó alumínium-oxid jó szigetelő tulajdonságokkal rendelkezik." [28]

A műanyag egyéb beltéri elemekhez speciális technológiával hozzákevert adalékok nem gátolják meg az égést azonban késleltetik annak terjedését így több időt biztosítva az autóból menekülőknél és a mentésben résztvevőknek feladatuk elvégzésére. [29]

3. Elektromos gépjárművek tüzesetei

Az elektromos személygépjárművek 2010-es tömeggyártásától kezdődően, a gyártói szabályozások és műszaki tűzvédelmi berendezések ellenére, rendszeresen felmerülő probléma az elektromos gépjárművek kigyulladás. Ezen tüzesetek hátterében állhat műszaki meghibásodás, rongálásból adódó hiba vagy pedig baleset következtében létrejövő sérülés a gépjármű kritikus alkatrészein, berendezésein.

Az elektromos gépjárművek tüzeinek leggyakoribb okozója, az autóban található lítium-ion akkumulátor. Az elmúlt 5 évben történt néhány nagyobb tüzeset elektromos járművekkel kapcsolatban, melyek azt eredményezték, hogy a gyártók új szabályozásokat és műszaki megoldásokat, a tűzoltóságok pedig rendszeres elméleti és gyakorlati oktatást vezettek be annak érdekében, hogy a felmerülő új problémákat hatékonyan legyenek képesek kezelni. A megtörtént tüzesetek fontosságát a személyi sérülés mellett az is meghatározza, hogy mekkora kár keletkezett, mennyire került be az eset a köztudatba és természetesen az is, hogy milyen változtatásokat eredményezett az autógyártási, vagy éppen a tűzmelegelőzési, tűzoltási gyakorlatban. Ezen szempontok alapján 3 különböző esetet fogunk megvizsgálni, melyeknél a kiváltó okok is különböző hibákra vezethetők vissza. A három vizsgált esetben azonban közös, hogy nagy hatással voltak a napjainkban használatos előírások és taktikák kialakítására. [20]

3.1 Túlmelegedésből adódó meghibásodás

Habár nem gépjárműtűzről van szó, fontos megvizsgálni a Boeing 787 Dreamliner repülőgépek akkumulátor problémáit, ugyanis ezekben a gépekben ugyanolyan elven működő akkumulátorok találhatóak, mint az elektromos gépjárművekben.

Ezen repülőgépeket 2013-ban kezdték jelentős számban alkalmazni több légitársaságnál is, azonban működésük nem csak kiszámíthatatlan, hanem veszélyes is volt. Az elektromos rendszerek sorozatos hibáit minden esetben a lítium-ion akkumulátorok okozták. Nem szokatlan az új modellek esetében, hogy különböző kisebb műszaki rendellenesség van az alkalmazásuk kezdetén, melyek javításra szorulnak, a Dreamlinerek esetében azonban olyan gyakoriak voltak a fedélzeti tüzek, hogy a Szövetségi Légügyi Hatóság (Federal Aviation Administration) elrendelte az akkumulátoraik felülvizsgálatát, beleértve a tervezésüket és a kivitelezésüket is. Az eredeti számítások szerint az akkumulátorok túlmelegedésével várhatóan 10 millió repült óra után kell kockázatként számítani, ezzel szemben a tapasztalatok azt mutatták, hogy 52 ezer repült órát követően, két túlmelegedés is történt. [20][31]

Öt incidens történt a Dreamliner gépekkel kapcsolatban, melyek közül az egyik esetben kényszerleszállást kellett végrehajtani Japánban a Takamatsu repülőtéren és a repülőgép azonnali kiürítése vált szükségessé. Egy másik esetben egy Japánból Bostonba tartó járaton a landolást követően tűz ütött ki, valószínűleg rövidzárlat eredménye képpen. Ekkor azonban már senki nem tartózkodott a gépen. Komolyabb személyi sérülés egyik esetben sem történt, mivel a meghibásodást szerencsés módon, időben észlelték. Azonban a szakemberek felismerték ezen hibáknak a jelentőségét és tisztában voltak azzal, hogy javítás nélkül az akkumulátorok előbb-utóbb komoly balesetet fognak okozni.



2.ábra⁴: A balesetben érintett repülőgép akkumulátora

A kivizsgálás eredményét hivatalosan 2014 decemberében tették közzé, melyben megnevezték a hibaokokat, amik három fő csoportra oszthatók. Hibákat találtak a tervezésben, a gyártásban és a beépített lítium-ion akkumulátorok teherbíró képességének számításában is.

Ezen eredmények közzétételének időpontjában, már a megoldás is megszületett, lezajlottak a tesztelesek és az érintett repülőgépek vissza is térhettek a forgalomba. A hiba kiküszöbölésének érdekében több módosítást is bevezettek. Az egyik lényeges változtatás az akkumulátor celláinak módosítása volt, melynek lényege, hogy egy esetleges meghibásodáskor, a hibás cellák kizárhatóvá válnak, ezzel megelőzve a hiba tovább terjedését a többi cellára. Emellett az akkumulátor gyártója ígéretet tett, hogy a jövőben mind a tervezésre, mind pedig a tesztelésre nagyobb hangsúlyt fognak fektetni. Ellenben kiemelte, hogy a lehetséges hibaokok mindegyikének kizárására nincs lehetőségük, ugyanis ezeken a gépeken az akkumulátorkezelő

⁴ Forrás [31]

rendszer és a személyzetet riasztó rendszer közti összeköttetés nem megbízható. Ezért gyakran előfordulnak téves riasztások, valamint ezek ellenkezője is, nevezetesen mikor meghibásodás esetén sem generál riasztást a rendszer. [20] [30] [31]

Később a Szövetségi Légügyi Hatóság szóvivője azt nyilatkozta, hogy ez az eset segítette a szakembereknek a lítium-ion akkumulátorok jelentette kockázatok felfedezésében és megértésében. Habár a különböző iparágak régen használnák ilyen elven alapuló akkumulátorokat, ezek lényegesen kisebbek voltak, kevesebb energiát kellett szolgáltatniuk és tárolniuk, éppen ezért kisebb kockázatot jelentettek. A Boeing 787 Dreamliner repülőgépek meghibásodásai nem csak a repülőgépek akkumulátorainak biztonságosabbá tételét tette szükségessé, hanem az itt szerzett tapasztalatokat felhasználták az elektromos autóknál, laptopoknál és egyéb lítium-iont alkalmazó elektromos berendezésnél. [31]

Az elektromos személygépjárműveket tekintve, a Boeing 787 Dreamlinerek akkumulátorát gyártó cég, a GS Yuasa, amely Mitsubishi autók lítium-ion akkumulátorát is készítette, melyek a repülőgépekhez hasonlóan szintén gyakran meghibásodtak. Az autók akkumulátorainak hibái szintén 2013-ban, alig 3 hónappal a repülőgépek meghibásodásai után történtek. A túlmelegedések előfordultak mind elektromos üzemű, mind pedig hibrid gépjárművek esetén. A két típus melyeknél a hiba a leggyakoribb volt, az i-MiEV elektromos személygépjármű, valamint az Outlander P-HEV hibrid üzemű autó. Az akkumulátorok instabilitását bizonyítja mindkét eset, ugyanis az első meghibásodás még az összeszerelő üzemben, a második pedig az autókereskedésben történt. Egyik balesetben sem történt személyi sérülés, azonban, ha ezek a hibák az autók új tulajdonosánál történtek volna, vagy éppen menet közben, komoly balesetet okozhattak volna. [20]

Mire az autók hibái bekövetkeztek, a repülőknél szerzett tapasztalatok alapján, a GS Yuasa mérnökei már dolgoztak a javításokon, módosításokon, azonban a megoldás megszületéséig mindössze annyit javasoltak az érintett hibrid autók tulajdonosainak, hogy ha lehetséges, csak benzines meghajtással üzemeltessék a javításig autóikat. Ez után nemsokára az összes tulajdonost felkeresték és elvégezték a szükséges javításokat mindkét típus esetében, ahol ugyanilyen elven működő akkumulátorok kerültek beépítésre.

3.2 Balesetből adódó tüzeset

Elektromos autók meghibásodásai nem csak a Mitsubishit, hanem a Teslát is súlytották egyazon évben. 2013 október 1.-jén, az Amerikai Egyesült Államokban található Kentben, egy sofőr észrevett valamit az úton, azonban a nagy sebesség következtében már nem volt képes kitérni,

megelőzve ezzel, hogy áthajtsjon rajta. Később kiderült, hogy az úton heverő tárgy egy fémdarab volt, amely egy félpótkocsiról tört le. Néhány perc múlva a fedélzeti számítógép vészjelzésére lett figyelmes, mely arra utasította, hogy azonnal állítsa le a gépjárművet. Az autó tulajdonosa így is tett, amint lehetett el is hagyta az autópályát, hogy ne veszélyeztesse a közlekedés többi résztvevőjét. Az autópályát azonban nem sikerült teljesen elhagynia, a kihajtón érzékelte az autóból érkező füstöt és azonnal elhagyta a járművet. A tűzoltók, kiérkezésük után azonnal elkezdték a tűz vízzel való oltását, azonban az autó kialakításából adódóan nem jártak sikerrel, mivel nem tudták kellő mértékben elvonni a hőt az akkumulátortól és így, minden egyes kioltás után, az képes volt visszagyulladni. Az újra gyulladást megelőzendő, a tűzoltóknak vágniuk kellett egy lyukat annak érdekében, hogy a víz hűtő hatása közvetlenül az akkumulátoron tudjon érvényesülni. Ezt a hozzáférést az utastér felől tudták biztosítani, ugyanis a Model S-nek -és sok más tisztán elektromos személygépjárműnek- az utastér alatt, az úttal párhuzamosan helyezkedik el az akkumulátora. Továbbá az oltás szempontjából nagyon lényeges volt, hogy az akkumulátor olyan védő burkolattal volt ellátva, mely megakadályozta a lángok terjedését az utastér felé, ezáltal onnan viszonylag könnyen hozzáférhető lett az oltandó felület. Ezen beavatkozás meg is hozta a várt eredményt, az autó lítium-ion akkumulátorában keletkezett tüzet sikerült megfékezniük. [20] [32]



3.ábra⁵: Az égő Tesla Model S

Az NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration), vagyis az USA közlekedésbiztonsági hatóságának vizsgálatai után, az a hivatalos álláspont alakult ki, hogy a tűz nem az autó meghibásodásából adódóan alakult ki, hanem a külső behatás okozta, további vizsgálatokat tehát nem tartottak szükségesnek.

Az esettel kapcsolatban a gyártó hasonló véleményen volt, szerinte sem az autó hiányos vagy rosszul megtervezett konstrukciója volt a felelős, sőt azt is hozzátette, hogy a statisztikák alapján, egy hagyományos, benzinnel hajtott jármű sofőrjének ötször akkora kockázattal kell számolnia tüzeseteket illetően, mint egy Tesla tulajdonosnak. Kiemelte továbbá, hogy az autó megerősített alvázának köszönhetően, -melyre pont az akkumulátor miatt van szükség-, sokkal kevésbé sérülékeny a Model S a külső behatásokkal szemben, mint egy üzemanyag tartállyal rendelkező személygépjármű. Habár a gyártó és a hatóság egyetértett abban, hogy az autók műszaki szempontból nem szorulnak felülvizsgálatra és az ilyen esetek kockázata elfogadható, a részvényesek és a vásárlók más véleményen voltak. A balesetet követő egy héten belül a Tesla részvényeinek értéke hozzávetőleg 10%-ot esett vissza, ami gazdasági szempontból

⁵ Forrás [32]

természetesen hátrányt jelent, azonban biztonsági szempontból kifejezetten jó irányba mozdítja el a fejlesztéseket, ugyanis arra ösztönzi a gyártókat, hogy minél biztonságosabb gépjárműveket gyártsanak. [20]

3.3 Töltőállomáson bekövetkező tüzeset

Szintén a lítium-ion akkumulátorokhoz kapcsolódik az a fajta tüzeset, amikor az autó a töltőállomáson, az újra töltés során kap lángra. Több gyártó elektromos üzemű modelljeinél is előfordult ez a probléma, melyet feltehetőleg az akkumulátor túltöltődése és ezáltal túlmelegedése idézett elő. Az eddig megtörtént esetek során, szinte mindig az autóban keletkezett hiba, azonban nem elhanyagolható a töltő állomás műszaki állapota és karbantartottsága sem.

2013 novemberében Kalifornia állam területén, ismét egy Tesla Model S- típusú jármű kapott lángra, ebben az esetben azonban nem szerkezeti sérülésből adódóan, hanem az akkumulátor újra töltése során. A vizsgálatok szerint a tűz az autó és a töltő csatlakozásától indult és azt feltételezték, hogy a balesetet a túl nagy töltőáram okozta. Ezen baleset hatására a Tesla csökkentette a töltőáramot, tovább fejlesztett szoftverrel látta el az autókat, melyek képesek érzékelni a töltőáramban létrejövő fluktuációkat, valamint hőérzékelőket helyezett el a kritikus helyeken. [20]

2017 júliusában vasárnap reggel virradóra a London mellett található Essexben, egy Smart márkájú elektromos személygépkocsi gyulladt ki, miközben a töltő csatlakoztatva volt. Mire a tűzoltók a helyszínre értek az autó teljes terjedelmében lángolt, valamint tovább nehezítette a helyzetet az a tény, hogy a lángok veszélyt jelentettek a közeli irodaházra. Az essexi tűzoltóknak sikerült megakadályozniuk a tűz tovább terjedését, azonban az autó teljes kiégése elkerülhetetlenné vált. Az irodaépület belsejébe is behatolt a füst, azonban vasárnap éjjel révén, senki nem tartózkodott bent. Könnyen beláthatjuk, hogy a személyi sérülés előfordulási valószínűsége igen magas lehet abban az esetben, ha egy töltőn hagyott autó egy lakó épület közelében gyullad ki. A hivatalos álláspont szerint műszaki hiba történt, annak ellenére, hogy a tulajdonos a javasolt töltési idő többszöröséig töltötte az autót.



4.ábra⁶: A gépjármű a tűz előtt és utána

Ezen megállapítás véleményünk szerint helytálló, ugyanis minden műszaki cikk esetében a gyártó felelőssége, hogy terméke ne okozhasson balesetet, ennek megfelelően tehát egy akkumulátornak el kell tudnia viselni az efféle megterhelést. Természetesen a felhasználó érdeke is, hogy az ajánlásokat betartsa, azonban előfordulhatnak olyan esetek, amikor a tulajdonoson kívül álló okokból a töltést nem sikerül megszakítani, így egyértelműen a gyártó feladata az ilyen és ehhez hasonló esetek megakadályozása. [20] [33]

Mindhárom esetről elmondható, hogy mind a keletkezett kár, mind pedig a keletkezett személyi sérülés sokkal súlyosabb is lehetett volna, ha a járművek szerencsétlenebb helyen, vagy időben kapnak lángra, például a repülőgép a levegőben, a Smart pedig hétköznap amikor az iroda épületben sok ember tartózkodik. Az előzőekben taglalt esetek kimenetele kizárólag a szerencsének köszönhetően, viszonylag enyhének mondható, tekintve, hogy egyik sem követelt halálos áldozatokat. Azonban a járművek biztonságosabbá tétele mind a tulajdonosok és leendő vásárlók szerint, mind pedig a gyártók szerint nagyon fontos, ennek megfelelően folyamatosan zajlik a különböző műszaki megoldások keresése, tesztelése és beépítése.

⁶ Forrás [34] [33]

4. Tűzkockázatok vizsgálata a különböző járműmeghajtásoknál

4.1 Meghajtási típusok csoportosítása

A különböző meghajtások, a különböző berendezésekből és hajtóanyagokból kifolyólag, különböző tűzkockázattal rendelkeznek. Az autók hajtóanyagát az határozza meg, hogy a bele épített motor mit és hogyan képes energiává alakítani. A motorjukat és meghajtásukat tekintve a járművek lehetnek:

Belső égésű motor:	benzin gázolaj folyékony földgáz propán-bután gáz biodízel hidrogén
Elektromos motor:	tisztán elektromos meghajtás növelt hatótávolságú elektromos jármű üzemanyagcellás jármű
Hibrid motor:	két független meghajtás kombinációja

A járműtüzek kialakulásánál említett okok közül, van amely minden gépjármű esetén jelen van, van amelyik pedig egyetlen meghajtási mód sajátossága. A tervezési hibából adódó tüzesetek kockázata véleményünk szerint egyik meghajtási módnál sem tér el lényegesen, ugyanis minden hajtóanyag tervezése és használata során sok év tapasztalata és adata áll rendelkezésre a tervezők számára. Ilyen meghibásodások a fejlesztések és az új technológiák bevezetését követően jöhetnek létre. Az utastérben gondatlanságból keletkező tüzek, a környezetről az autóra áttérjedő tüzek és a szándékos gyújtogatás hatására keletkező tüzesetek bekövetkezési valószínűsége nem függ az autó meghajtásának módjától, tehát ezekkel a kockázatelemzés során sem számolunk. Továbbá az emberi hanyagságból adódó karbantartási hiányosságokkal sem tudunk számolni, ezért az autókat a rendeltetésszerű használat során, a szabályok betartásával, az ajánlásoknak és előírásoknak megfelelő műszaki állapotban vizsgáljuk. A továbbiakban kizárólag azt vizsgáljuk, hogy mekkora a valószínűsége a tűz kialakulásának műszaki meghibásodás és baleset esetén, valamint azt, hogy mennyire érzékeny az adott meghajtási mód a környezeti hatásokra tűzvédelmi szempontból. Mivel a kockázatot a

bekövetkezés valószínűsége és a várható súlyosság együtt határozza meg, így statisztikai adatok alapján szükséges megvizsgálni a várható következményeket is. [35]

4.1.1 Belső égésű motorok

Ezen motor típus esetében jól meghatározott üzemanyag-levegő arány biztosítása szükséges a „tökéletes” égéshez és a megfelelő működéshez. Bármely irányba elmozduló egyensúly azt eredményezi, hogy az égés nem lesz megfelelő, nő a gyúlékony gőzök és gázok kibocsátása, csökken a hatásfok. Ezen égéstermékek, valamint az egyensúly felborulásának hatására a motor túlmelegszik, növelve az öngyulladás és a robbanás kialakulásának kockázatát.

Az üzemanyagot a működéshez időszakosan töltőállomásról kell biztosítani, míg a levegőt a környezetből veszi a motor a működés közben, ebből kifolyólag, nagyon fontos az, hogy milyen szennyezőanyagok vannak az égéstérbe kerülő levegőben. Több esetben is előfordult olyan, hogy ipari környezetben, ahol a levegőben gyúlékony gőzök vagy gázok voltak, egy-egy teherautó felrobbant, több halálos áldozatot és rengeteg sérülést okozva.

A fosszilis üzemanyagok feladata, hogy a motorban elégve, meghajtsák a járművet, ez azonban azt is jelenti, hogy tűzveszélyes anyagról lévén szó, ez az égés, egy gyújtóforrás hatására a motoron kívül is végbe mehet. Ilyen esetek elsősorban balesetek során jönnek létre, ahol mechanikai roncsolódás hatására megsérül a motor, az akkumulátor vagy az üzemanyagtartály, vagy rosszabb esetben akár egy időben mindhárom. Habár a gyártók igyekeznek ezen egységeket úgy elhelyezni az autóban, hogy minél kisebb legyen a sérülés valószínűsége, ez ellen csak statisztikai adatokon nyugvó módszerekkel lehet védekezni, nem létezik azonban olyan kialakítás, mely minden külső behatás ellen megfelelő lenne. Egy kisebb baleset, például egy egyszerű koccanás következtében szintén keletkezhetnek apróbb repedések a fent említett létfontosságú berendezéseken, melyek adott esetben veszélyesebbek lehetnek, mintha nagy mértékű roncsolódás következett volna be. Ilyen esetben a hiba megfelelő átvizsgálás hiányában felderítetlen marad, viszont a további élettartam és az azzal együtt járó kopás során előbb vagy utóbb komoly problémát fog okozni, például üzemanyag szivárgást, ami előidézi a már említett üzemanyag-levegő egyensúly felborulását.

Ezen meghajtás esetében sem elhanyagolható az elektromos vezetékek és rendszerek meghibásodásának lehetősége, habár ezeknek az akkumulátora jóval kisebb geometriai méretekkkel rendelkezik, valamint a feszültség is tört része egy elektromos üzemű gépjármű akkumulátorának, ugyanolyan veszélyeket rejt magában. Annak ellenére, hogy az autóipar környezetvédelmi megfontolásból a fosszilis üzemanyagokat igyekszik háttérbe szorítani, még mindig gyártanak ilyen autókat és ezekben is nagy mértékben jelen vannak az elektromos

vezetékek a fedélzeti számítógép és egyéb biztonsági, valamint kényelmi berendezés használatából adódóan. Az elektromos üzemű autókhoz képest azonban ennek az akkumulátornak, nagyságából és elhelyezkedéséből adódóan, sokkal kisebb esélye van arra, hogy egy külső hatás eredményeképpen sérülést szenvedjen.

Belső égésű járművek esetén tehát kijelenthetjük, hogy a legtöbb tüzeset, amely nem gondatlanságból vagy szándékosan, hanem műszaki meghibásodásból következik be, az a hajtóanyaggal hozható összefüggésbe. Az ilyen meghibásodások kockázata megfelelő karbantartással csökkenthető, azonban az akkumulátor, az üzemanyagtartály és a motor is viszonylag sérülékeny a motortérbe jutó szennyeződésekkel szemben, ezen kívül ez a típusú motor érzékeny a környezetből bejutó levegő szennyezőanyagaira is. [35] [36] [37]

4.1.2 Elektromos üzemű járművek

Az elektromos üzemű járművek hajtóanyagát az akkumulátorban tárolt töltésből nyeri, ezt alakítja mozgási energiává. Ennek nagy előnye, hogy a működéshez nem szükséges a környezetből levegőt bejuttatni. A belső égésű motorhoz hasonlóan ezt az „üzemanyagot” is töltőállomásról kell pótolni bizonyos időközönként. Az akkumulátor geometriai méretei lényegesen nagyobbak, mint a belső égésű motoros meghajtással rendelkező gépjárművek esetén, ugyanis ez az akkumulátor tulajdonképpen az üzemanyagtartály szerepét is betölti. Ahogy azt már az esettanulmányok során is láthattuk, az elektromos gépjárművek tüzesetei minden esetben kapcsolódtak az akkumulátorhoz, vagy annak töltéséhez. Mivel az elektromos gépjárműveknek egyetlen szignifikáns különbsége a belsőégésű motorral hajtott járművekhez képest az akkumulátor mérete, elhelyezkedése és feszültsége, valamint ez az egyetlen olyan alkatrésze, ami a kettőnek nagy mértékben eltérővé teszi az égési folyamatát, így elegendő az akkumulátor tűzkockázatát megvizsgálni.

A lítium alapú akkumulátorok meglehetősen érzékenyek a rövidzárlatra és a sérülésekre, ezért kezdetben a megfelelő védelem hiányában gyakoribbak voltak a tüzesetek. Ezen akkumulátorok kétféleképpen gyulladhatnak ki, túlmelegedés hatására, vagy pedig egy környezetből áterjedő tűz hatására. Mivel a környező tüzek ellen gyakorlatilag lehetetlen védekezni, így az autók akkumulátorának tervezésekor, a túlmelegedés elkerülését kell megoldani. A Tesla Model S és a Boeing esetében is egy ilyen tervezési hiányosság következtében fordulhattak elő az előzőekben bemutatott balesetek. Ezek azonban arra ösztönözték a fejlesztőket, hogy megoldást találjanak a problémára, ennek megfelelően a ma forgalomba hozott elektromos járművek akkumulátoraiban a cellák megfelelően el vannak

választva egymástól, ezzel megakadályozva -vagy legalábbis lelassítva- a cellák közti tűzterjedést. Ezen kívül az autó alján elhelyezkedő akkumulátornak a talaj felől eső része is extra megerősítést kapott, hogy kevésbé legyen sérülékeny a mechanikai hatásokkal szemben.

A belső égésű motorral hajtott járművekhez képest, tehát az elektromos meghajtású gépjárművek sokkal kisebb valószínűséggel kapnak lángra, valamint annak is kisebb az esélye, hogy látszólag minden előjel nélkül történjen meg ez a gyulladás, mint például üzemanyag szivárgás esetén. Van azonban egy olyan állapot, amikor az elektromos gépjárművek sokkal nagyobb veszélynek vannak kitéve, mégpedig a töltés folyamata. Hagyományos üzemanyaggal működő gépjárműveknél ez a folyamat mintegy néhány percet vesz igénybe és a teljes idő alatt figyelemmel kíséri a tulajdonos a töltést. Ezzel szemben elektromos autóknál ez a folyamat több óráig is eltart, valószínűleg a tulajdonos sincs jelen mindez idő alatt és a töltő biztonságosságáról sem feltétlenül képes meggyőződni mindössze szemrevételezéssel. [20] [38]

Mindent összevetve azt gondoljuk, hogy megfelelő karbantartással és körültekintő használat mellett az elektromos autók tűzkockázata minimális, azonban a töltés egy olyan kockázat, amit a felhasználó nem képes önerőből csökkenteni.

4.1 3Hibrid járművek

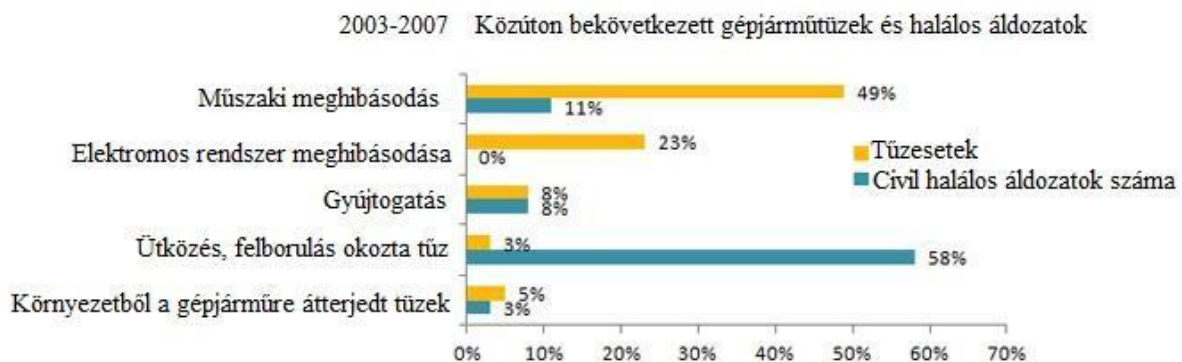
A hibrid járművek esetében két egymástól független meghajtás van jelen, nevezetesen egy belsőégésű motor és egy elektromotor. Ez a két motor egyidejűleg működik ezért jelentős energiamennyiséget képes megtakarítani, azonban tűzvédelmi szempontból nagy hátránya, hogy a kétféle meghajtásból adódó kockázatok egyidejűleg vannak jelen.

4.2 Statisztikai adatok

Az Amerikai Egyesült Államok-ban az NFPA (National Fire Protection Association) által készített statisztika részletesen bemutatja és elemzi az országban bekövetkezett gépjárműtüzeket. Az adatok rögzítésének időpontjából kifolyólag, mivel az elektromos üzemű gépjárművek csak 2010 után terjedtek el, így ezen kimutatásban csak belső égésű motorral ellátott és hibrid gépjárművek vettek részt.

A vizsgált adatok 2003 és 2007 között lettek rögzítve, tehát nagy számú mintával dolgoztak és a vizsgált 4 éves periódus is elég hosszúnak mondható ahhoz, hogy pontos eredményeket lehessen rögzíteni. Ezen kívül az Amerikai Egyesült Államok azért is jó vizsgálati terület, mert

az új fejlesztésű autók körülbelül 40%-át itt értékesítik és terjedésük is meglehetősen gyorsnak mondható. Az adatok szerint egy évben átlagosan 287.000 járműtűz következik be az USA útjain, vízi és légi járművein összesen, melyek évente átlagosan 450 ember halálát okozzák. Ezen kimutatás szerint a járműtüzek, az összes tüzeset mintegy 17%-át teszik ki. Az adatok alapján kielemezték a közutakon feljegyzett gépjárműtüzek kialakulásának okait és a balesetek során történt halálesteket, ami alapján a következő diagramot alkották meg:



5.ábra⁷: Az NFPA statisztikai adatai

A különböző járműtípusok és azok meghajtását tekintve, tűzkockázati szempontból, a műszaki és az elektromos rendszer meghibásodásait, valamint az ütközés okozta tüzeseteket szükséges vizsgálni. A halálozási statisztika diagrammja alapján jól látszik az egyes hibákból adódó balesetek súlyossága. [39]

A műszaki meghibásodás majdnem a tüzesetek felét okozza és a halálos áldozatok 11%-ának haláláért felel. Nem is csoda, hogy a műszaki meghibásodások ilyen nagy számban vannak jelen, hiszen ide tartoznak a hagyományos gépjárművek üzemanyaggal és motorhibával összefüggő tüzesetei. A nagy számú előfordulás elősorban abból adódik, hogy a vizsgált időszakban a legtöbb jármű belső égésű motorral rendelkezett és még nem terjedtek el széles körben a fedélzeti számítógépek által vezérelt hiba diagnosztikák, melyek még az előtt jelzik a meghibásodást, mielőtt azt a sofőr érzékelhetné. A halálos áldozatok számát tekintve átlagosan évente 45-50 ember halálát okozták a műszaki meghibásodások. [39]

Az elektromos rendszer meghibásodásának valószínűsége is és súlyossága is jóval kisebb, mint a mechanikus hibáké, mindössze a tüzesetek 23%-át okozta és a halálestek kevesebb mint 1%-

⁷ Forrás [39] nyomán a szerző

át. Az ilyen hibák esetén rendszerint a lángba borulást füst előzi meg és van ideje a bent tartózkodóknak elhagyni a járművet. [39]

Az ütközésből és a felborulásból adódó tűz viszonylag ritkán, csak az esetek 3%-ában fordult elő, azonban évente átlagosan 260 emberéletet követelt, ami az összes áldozatnak majdnem 60%-át teszi ki. Itt azonban szinte lehetetlen megállapítani, hogy milyen arányban éltek volna túl az emberek a balesetet abban az esetben, ha az autó nem kap lángra és időben sikerül megfelelő orvosi ellátásban részesíteni őket. Sajnálatos módon ezen baleseteket, az autó meghajtásától függetlenül szinte lehetetlen megakadályozni, azonban a tűz kialakulásának megelőzése lehetővé teszi az autóban rekedt emberek kimentésének és ellátásának haladéktalan megkezdését. [39]

Egy másik, az USA-ban bekövetkezett gépjármű tüzekről szóló statisztika alapján figyelemmel kísérhetjük az évente bekövetkező esetek számát és súlyosságát is, azonban ez a vizsgálat nem terjed ki a tüzesetek kiváltó okaira. Ebből a vizsgálatból az derül ki, hogy a 2000 évektől kezdődően, drasztikusan csökkenni kezdtek a közúton bekövetkezett tüzesetek. 2000-ben 325 ezer tüzeset történt, ez azonban 2010-re 185 ezerre csökkent, ami elég drasztikus változást jelent, ez a tendencia azonban az elektromos járművek bevezetésének hatására sem változott, ha lassabb ütemben is, de 2016-ra a tüzesetek száma évi 173 ezerre csökkent le. Az ezen balesetekből kifolyólag bekövetkező halálesetek száma szintén kedvező irányba változott, az előző statisztikából már jól ismert, évi átlagos 450 haláleset, 2016-ra majdnem 40%-kal, azaz 280-ra csökkent. [39] [40] [41]

Mindezen adatokat együtt figyelembe véve elmondható, hogy mind az elektromos mind pedig a belső égésű motorral rendelkező járművek nagy mértékű fejlődésen mentek át az előző évtizedekben és sokkal biztonságosabbak, mint a régebben gyártott modellek. Az elektromos meghajtásból adódó balesetek ma már semmivel sem gyakoribbak, mint a hagyományos üzemanyaggal működő járművek esetén. Valószínűleg azért kaptak az előzőekben vizsgált esetek nagyobb szerepet a médiában, mert egy új technológia mindig felkelti a közönség figyelmét és megfelelő háttértudás nélkül könnyen félreértelmezhetik egy-egy eset súlyosságát.

5. A tűzoltás taktikája elektromos járművek esetén

A járművekből való mentés és az oltás taktikája folyamatosan változik a járművek műszaki felépítésének és az azt alkotó anyagoknak megfelelően. Az elmúlt 50 évben a biztonság növelése érdekében számtalan új biztonsági megoldást vezettek be, például légszákókat, megerősített profilokat a balesetek és töréskeresztek tapasztalatai alapján kritikusnak vélt helyeken, új technológiával készülő szélvédőket és számtalan olyan műszaki megoldást, ami egy baleset esetén a bent ülők védelmét szolgálja. Ezek a megerősített alkatrészek és szerkezeti elemek azonban újabb kihívásokat jelentenek a műszaki mentést végző tűzoltók számára. Mindezeknek megfelelően, ahhoz, hogy gyors és szakszerű segítséget tudjanak nyújtani, elengedhetetlen az újabb típusú járművek felépítésének és veszélyeinek ismerete, ezekkel kapcsolatosan szerzett tapasztalat és természetesen olyan eszközök, amelyek hatásosan képesek segíteni a mentésben résztvevők munkáját. Szerencsére azonban kijelenthetjük, hogy a mentőeszközök fejlődése, a rendszeres kiképzés mely az új technológiákra irányul, valamint a meglévő tudás naprakészen tartását megcélzó gyakorlatok és a gyártók által mellékelte utasítások a mentést végzőknek mind-mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a mentés során minden a lehető leggyorsabban és legbiztonságosabban történjen. [17] [42]

A járműveket felépítő anyagok határozzák meg az égés folyamatát, ebből kifolyólag tehát kijelenthetjük, hogy szignifikáns különbség lesz egy üzemanyag tartállyal, valamint egy lítium ion akkumulátorral rendelkező jármű égési folyamata között. Ahogy azt már említettük, elektromos meghajtású járművek esetén, az oltás taktikáját és a szükséges erőforrásokat az határozza meg, hogy a járműnek mely részeit érinti a tűz. Mivel az égés folyamata csak abban az esetben tér el a hagyományos üzemanyaggal hajtott járművek égésétől, amennyiben a lítium-ion akkumulátor is bekapcsolódik az égésbe, ezért elsősorban a tüzesetek és oltási taktikák ezen formáját vizsgáljuk meg. [17] [19]

Ahogy azt a statisztika is mutatta, gépjárműtüzek halálos kimenetele, mintegy 58%-a abból adódik, hogy a becsapódás hatására a jármű tűzveszélyes elemei megsérülnek és lángolni kezdenek, ezzel egyidejűleg pedig, a becsapódás hatására olyan torzulások jönnek létre az autóban, hogy a bent ülők nagy valószínűséggel beszorulnak. Az ütközés irányától függetlenül, valószínűsíthető, hogy az utas vagy utasok, az ülés, a légszákó és a deformált oszlopok, profilok közé fognak szorulni, ezzel megakadályozva a menekülést még akkor is, ha az eszméletüket nem veszítették el és megúszták az ütközést könnyebb sérülésekkel. [39] [42]

5.1 Taktika

Egy gépjármű lángbaborulásához szükséges időt nagyban befolyásolja a sérülés helye és mértéke, az autóban tárolt éghető anyagok mennyisége és éghetősége, a beépített égéskésleltető anyagok, valamint belső égésű és hibrid járművek esetén a tárolt üzemanyag mennyisége. Ha az égés közvetlenül a becsapódás után kezdődik, és a menekülés lehetetlen, akkor a helyszínrre érkező tűzoltók nagy valószínűséggel már nem tudnak segíteni a járműben rekedteken, éppen ezért olyan magas az ilyen helyzetekben a halálozási arány. Lítium-ion akkumulátorral rendelkező gépjárművek esetén, a baleset túlélésének valószínűségét az a tény is nagy mértékben csökkenti, hogy az akkumulátor égése során nagy mennyiségű mérgező gáz szabadul fel.

Nem minden balesetben indul azonban az égés közvetlenül a becsapódást követően, sőt vannak előfordulások, hogy a tűz látszólag minden előjel nélkül keletkezik, vagy éppen csak a fedélzeti számítógép hibaüzenete hívja fel rá a figyelmet. Vannak olyan esetek, amikor az égés csak később indul meg például mert az üzemanyagszivárgás lassú, a lítium-ion akkumulátor később melegszik fel a sérülésből adódóan annyira, hogy meggyulladjon, vagy ha nem az autó felelős a tüzért, csak a környezetéből áttérjedő tüznek van kitéve. A szerencsésebb eset, ha a sofőr és a bent tartózkodók el tudják hagyni a járművet, ugyanis így már csak a tűz megfékezésével és a továbbterjedés megakadályozásával kell foglalkozni a mentőerőknek. Ennél sokkal nehezebb dolguk van akkor, ha a gépjárműben emberek is rekedtek, és a tűz csak később alakul ki, ugyanis ilyenkor meg kell kezdeniük az oltást és a sérülteket is haladéktalanul ki kell menteniük a veszélyzónából. [20] [42]

Elektromos gépjárművek esetén, ha az akkumulátor bekapcsolódik az égésbe, számos további nehézség adódik az oltás során. Elsősorban problémaként merül fel a jármű áramtalanításának kérdése, ugyanis működés közben 300-500V feszültség is lehet a vezetékben. Ezt azonban segíti az a tény, hogy a gyártó olyan biztonsági intézkedést iktatott be, amely ütközés hatására automatikusan kikapcsolja a járművet, megszüntetve ezzel a feszültséget. Természetesen erről a beavatkozó mentőerőknek minden esetben meg kell győződnie, és mindent meg kell tenniük a saját, és a környezetükben tartózkodók biztonságának érdekében. A magyar szabályozásban erről a 2016-ban kiadott, BM OKF Tűzoltás taktikai szabályzat utasítás rendelkezik, mely a hibrid járművekkel kapcsolatban a következőket írja elő:

“Meg kell győződni az üzemelési mód jellemzőjéről, azonosító jeleket, feliratokat, külső jeleket fel kell kutatni, meg kell győződni róla, hogy a műszerfalon elhelyezkedik-e külön töltésfeszültségmérő, valamint mellette Power feliratú nyomógomb, valamint fel kell deríteni a nagy- vagy középvezültségű (narancssárga vagy kék) kábelek helyét.” [19]

Mindezen felderítési munka elvégzése után, a beavatkozás megkezdése előtt feltétlenül szükséges a jármű rögzítése annak érdekében, hogy annak esetleges elmozdulása ne okozhasson további veszélyhelyzetet. Az áramtalanítás csak a megjelölt eszközökkel történhet, nevezetesen az áramtalanító retesz, illetve a főbiztosíték eltávolításával, abban az esetben, ha ezek valamilyen okból nem elérhetőek, a főkábel elvágásával is áramtalanítható a jármű, de a kábelt csak az arra kijelölt helyen lehet elvágni. Habár ezek az előírások hibrid meghajtású járművekre vonatkoznak, azonban a felépítés és a kockázatok hasonlóságából adódóan azt mondhatjuk, hogy az elektromos autóknál alkalmazott eljárás alapjaiban nem tér el a hibrid járműveknél használtaktól. Az eltérések abból adódhatnak, hogy az akkumulátor máshol helyezkedik el és nagyobb geometriai méretekkel rendelkezik egy elektromos meghajtású járműnek, mint egy hibrid autónak, valamint a kábelek és biztosítékok helye is eltér, ez azonban nem feltétlenül a meghajtásból adódik, gyártónként más-más helyen helyezkedhetnek el ezek a berendezések, azonban az oltás taktikáját és a felhasznált oltóanyagokat semmiben sem befolyásolja. [17] [19] [43]

5.2 Az oltóanyag

Elektromos meghajtású gépjárművekről lévén szó, az átlagos felhasználó, vagy akár egy kívülálló azt gondolhatja, hogy az elektromos tüzekhez hasonlóan, ezen tüzeseteknél is szigorúan tilos a vízzel oltás. Annak érdekében, hogy megértsük miért használnak a tűzoltók mégis vizet az oltáshoz, feltétlenül szükséges megvizsgálnunk a lítium-ion akkumulátor égésének folyamatát, valamint azt, hogy mit eredményez, ha más oltóanyaggal szállunk szembe a felcsapó lángokkal.

A már említett Tűzoltás-taktikai Szabályzat egyértelműen előírja, hogy hibrid gépjárművek esetén milyen oltási taktika alkalmazható: “tűz esetén víz, vagy ABC tűzoltó készülék használata ajánlott; a magasvezültségű akkumulátort tűz esetén vízzel kell elárasztani.” [19]

Mivel az akkumulátor anyaga és ezáltal égése is megegyezik hibrid autóknak az elektromos autóknak is, így utóbbiak oltásához is ugyanolyan oltóanyag szükséges.

Az utasításban is jól látszik, hogy amennyiben az akkumulátort nem érinti a tűz, nem csak víz jöhet szóba oltóanyagként hanem ABC-por is. Ennek oka, hogy a jármű belső részének minden meghajtás esetén meg kell felelnie bizonyos égés terjedést szabályozó előírásnak, valamint a lánggal égés során az itt jelenlévő anyagokból nem fejlődik oxigén, tehát megfelelő oltási eljárás az, ha az éghető anyagot a por segítségével elszeparáljuk a környezetben található oxigéntől, aminek hiányában a tűz nem képes tovább égni. Természetesen, ha az égésben nem vesz részt az akkumulátor, akkor is lehet vízzel oltani, ebben az esetben a gyulladási hőmérséklet megszüntetése érvényesül a víz hűtő hatásának segítségével.

Az akkumulátor bekapcsolódása az égésbe, nagyban megnehezíti az oltás eredményes végrehajtását. A lítium-ion akkumulátorok gyulladása rendszerint túlmelegedésből adódik, mindemellett a lánggal égés meglehetősen heves, melynek során az anód és katód bomlása során oxigén szabadul fel. Mindezek ismeretében olyan oltási módszert kell találni, mely az égés valamely feltételét megszünteti, ezzel lehetővé téve a lángok kioltását. Az akkumulátor egy egységet alkot, ami az autóban fix helyen helyezkedik el, az oxigén pedig a bomlás során keletkezik, tehát ez egyetlen hatékony oltási módszer a hőmérséklet lecsökkentése, annál is inkább, mivel, ha a hőmérsékletet nem sikerül megfelelő mértékben csökkenteni, akkor a lángok nagy valószínűséggel újra fel fognak csapni. Az újragyulladás szinte elkerülhetetlen, ha nincs megfelelő mértékben lehűtve az akkumulátor, viszont az oltás után, amint lehetséges, feltétlenül szükséges a sérült rész eltávolítása a további káresemény és baleset bekövetkezésének megelőzése érdekében, előfordult ugyanis olyan eset, amikor a tűzben érintett rész 22 óra elteltével gyulladt meg ismételten. [17] [19]

A szükséges oltóvíz mennyiségének biztosítása azonban korántsem egyszerű feladat, tekintve, hogy egy belsőégésű motorral meghajtott gépjárműhöz képest egy hibrid vagy egy elektromos autó akkumulátorának eloltásához sokkal több víz szükséges. Egy kaliforniai cég, mely tűzvédelmi eszközök gyártásával és forgalmazásával foglalkozik, végzett egy kísérletet annak megállapítására, hogy mennyi víz szükséges a hibrid és elektromos gépjárművek akkumulátortüzeinek eloltásához. A vizsgálat körülményeit tekintve, a következő jellemzőket kell megemlítenünk:

- a hibrid és az elektromos autók akkumulátorának tüzeire irányult
- 3-3 akkumulátor vett részt, egy erre a célra összeszerelt tesztautóban elhelyezve
- mindkét esetben 3 alkalommal végezték el az oltást
- mérték az oltás során elhasznált víz mennyiségét
- mérték az oltás végrehajtásához szükséges időt
- vizsgálták az égés melléktermékeit

A hibrid járművek esetében az oltáshoz átlagosan 2240 liter vízre és 39 percre volt szükség, ezzel szemben az elektromos gépjárműveket tekintve átlagosan 6400 liter víz és 50 perc kellett ugyanezen eredmény eléréséhez. Az oltás nehézségét az okozza, hogy egyrészt nagy mennyiségű felhevült anyagot kell lehűteni, másrészt az akkumulátor elhelyezkedéséből adódóan, nem lehetséges közvetlenül vízszugárral hűteni az égő részt, ebből adódik, hogy mind a szükséges idő mind pedig a víz mennyisége nagyban megnövekszik egy hagyományos gépjármű tüzesetéhez viszonyítva.

Az oltás szempontjából különös figyelmet kell fordítani a megfelelő mennyiségű oltóvíz biztosítására, ugyanis egy napjainkban használatos gépjárműfecskendő víztartályának befogadóképessége 3800-4000 literre tehető. Ezzel szemben, a vizsgálatból jól látszik, hogy egyetlen elektromos meghajtású gépjármű tűzésének eloltásához átlagosan 6400 liter víz szükséges, ez azonban csak egy átlag érték, a legnagyobb vízigényű oltás során 10200 liter vizet használtak fel. [17]

Mindezen eredményeket figyelembe véve elmondhatjuk, hogy az oltóvíz biztosítása kiemelten fontos feladat, ugyanis mindössze egyetlen elektromos üzemű személygépjármű oltásához akár 2,5 tartályra való víz is szükséges lehet, egy közúti balesetben azonban könnyedén előfordulhat, hogy több jármű is érintett a tűzben.

6. Jogi szabályozások

Az elektromos járművek összetettségükből és a gyártás során felhasznált magas alapanyagai költségekből adódóan lényegesen drágábbak a belsőégésű motorral ellátott társaikkal szemben. Az megemelkedett gyártási költség nagy részben az akkumulátor és az elektromotor előállítási költségeinek tudható be. A járművek szabályozásai elsősorban két nagy területet ölelnek fel, a károsanyag kibocsátást, a környezet szennyezéssel járó előállítási és üzemeltetési munkálatok szabályait, valamint a járművek balesetekkel és tüzesetekkel szemben támasztott követelményeit. A szabályozások betartása minden gyártó és felhasználó számára kötelező ennek elsődleges oka a járművek biztonságosságának fenntartására, az üzemszerű működésre és az esetleges tüzesetek elkerülésére. A gyártók ezen kívül ajánlásokat és előírásokat szabnak meg a felhasználók és a mentés során beavatkozó tűzoltók számára, amely előírásokat az egyes országok külön utasításban, kötelező érvénnyel is elrendelhetnek. Ennek megfelelően, a magyar jogban is található olyan utasítás, mely a gyártói ajánlásokkal megegyező szabályozást ír elő, nevezetesen a 5/2014. (II.27.) BM OKF utasítás, a Tűzoltás-taktikai Szabályzat.

6.1 Nemzetközi előírások

2014/94/EU -s irányelv az elektromos járművek töltésének módjáról és feltételeiről nyilatkozik.

Töltőtípusok

Meghatározza a töltési szolgáltatás követelményeit, a töltőpont töltési teljesítményét, melynek 22 kW és 3,7 kW között kell lennie. Előbbi átlagosan már 2-3, míg utóbbi csak 8-10 óra elteltével tölti fel teljesen egy elektromos jármű akkumulátorát. Ezek mellett rendelkezik a csatlakozók típusairól és az elektromos járműtöltés szerződéses pontjairól. A csatlakozó típusok meghatározásakor különbséget tesz az adott töltőpont rendeltetéséhez mérten. A nyilvános elektromos töltőpontoknak a rendelet értelmében kivétel nélkül rendelkezniük kell 1 db „2” -es típusú, EN-62196-2 szabványnak megfelelő csatlakozóval. Ha a töltőponton nagy teljesítményű töltés is lehetséges ez esetben 1 db EN 62196-3 szabvány szerinti „CCS-Type 2” csatlakozó megléte is szükséges. [45]



8.ábra⁸: Volkswagen e-UP töltője, **9.ábra⁹:** TYPE2 töltőkábel

Az úgynevezett villámtöltők melyek DC 50 kW egyenáramú teljesítménye a leggyakoribb és átlagosan 20-30 percet vesz igénybe. Ám ez a típus előreláthatóan 150 kW teljesítményűre cserélődik, valamint bevezetésre kerül a CHAdeMO egységes csatlakozó típus, amellyel mind az általános/normál töltés, mind pedig a villámtöltés lehetségessé válik. Ezekon kívül még az ismertebb csatlakozók közé tartozik a COMBO1 és COMBO2 illetve a MOD3 és MOD4 típusú villámcsatlakozók. A villámtöltés a közhiedelemmel ellentétben az akkumulátort nem károsítja mivel a folyamat egyenárammal, megfelelő feszültséggel és áramerősséggel, számítógépek által vezérelve történik. [45]

	System A CHAdeMO (Japan)	System B CATARC (PRC)	COMBO1 (US); System C	COMBO2
Connector				
Vehicle Inlet				
Communication Protocol	CAN		PLC	

9.ábra¹⁰: Villámtöltők típusai

⁸ Forrás [52]

⁹ Forrás [53]

¹⁰ Forrás [54]

6.2 Hazai műszaki és jogi szabályozás

Az elektromos járművek megkülönböztetésére a **326/2011 (XII.28.) -ai kormányrendelet** értelmében zöld színű rendszámtábla került bevezetésre. Az előbb említett kormányrendeletet az **NFM 40/2015 (VI.30.) -ai rendelet** egészíti ki. Ez az intézkedés az elektromos autók egyfajta egységesítése mellett segíti a beazonosítást egy-egy jármű tűz esetén. Felhívja a figyelmet a lehetséges áramütés fokozott kockázatára.

Az elektromos járművek töltésére vonatkozó **170/2017 (IV.29.) -es kormányrendelet** összhangban van a 2014/94/EU-s irányelvvel és annak paramétereit emeli át a magyar szabályozási rendszerbe. A rendelet a töltési csatlakozók típusait definiálja ám fontos, hogy töltéskor nem csak a töltőpont üzemeltetőjét, hanem magát a felhasználót is szabályok kötik melyeket az üzemszerű használat biztosítására és a tüzesetek megelőzésének céljából a gyártó ír elő. [44] [45] [46]

Minden elektromos vagy hibrid meghajtású járművet az **5/1990 (IV.12.) -ei KÖHÉM rendelet** értelmében köteles a tulajdonosa műszaki vizsga előtt érintésvédelmi vizsgára bocsátani. Az elvégzett vizsgálatról érintésvédelmi tanúsítvány kerül kiadásra, aminek felmutatásával már elvégezhető műszaki vizsga. Erre az áramütés veszélyének elkerülése, valamint az elektromos zárlat kialakulásának megelőzése végett van szükség. [47] [48] [49] [50] [51]

A közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeit a **6/1990 (IV.12.) -ei KÖHÉM rendelet** pontjai szabályozzák.

6.3 Gyártói szabályozás

A gyártók részéről fontos szempontnak számít ügyfeleik, vagyis vásárlóik biztonsága, ezért minden tőlük telhetőt elkövetnek ennek elérése érdekében. Az általános szabályozások szigorú betartása mellett folyamatos biztonságot növelő fejlesztésekkel igyekeznek leendő vevőik bizalmát elnyerni. Egy ütközésből adódó tüzeset, illetve áramütés elkerülése okán a gyártók úgy alkották meg az elektromos autókat, hogy azok egy ütközés hatására áramtalanítják saját magukat. Szintén az áramütés lehetőségének veszélyére való felhívásként szolgál, hogy az elektromos vagy hibrid autókban a magasfeszültségű -legtöbbször 360 voltos- vezetékeket narancssárga színnel látták el. A töltés során esetlegesen bekövetkező tüzek ellen a gyártók saját autóikhoz megfelelő töltési útmutatást írnak elő. Ebben felhívják a figyelmet a túltöltés robbanás veszélyére és meghatározzák az optimális töltési időt normál és villámtöltés esetére. Ezeknek betartása a felhasználó feladata saját és környezete életének, valamint tulajdona

védelmének megóvása érdekében. A felhasználók tájékoztatása mellett a gyártók a tűzoltók felé is szolgáltatnak információkkal. Meghatározzák, hogyan érdemes beavatkozniuk és eljárniuk az autó égése, vízbe merülése vagy baleset bekövetkezése esetén. Az elektromos autógyártók járműveikben minden esetben elhelyeznek egy manuális főkapcsolót aminek megnyomásával vagy lekapcsolásával a tűzoltók mentés vagy beavatkozás során könnyedén áramtalaníthatják a járművet. [47] [48] [49] [55]

7. Következtetések, javaslatok

Ahogy minden technológia kialakulása és fejlődése során felmerülnek problémák és veszélyek, így a járművek fejlődését tekintve sincs ez másképpen. A gépjárművek tömeggyártásával és tömeges elterjedésével, sorra felszínre kerültek a javítandó és megoldandó műszaki és társadalmi problémák. Az elmúlt egy évszázad során mind kialakításukat, mind meghajtásuk módját és hatásfokát tekintve, óriási változások mentek végbe a járműtervezés és kivitelezés tekintetében. Ezen belül is az utóbbi 20 év olyan mértékű változásokat hozott, melyeket a társadalom többi részvevőjének, így a felhasználóknak, de még inkább a mentésben résztvevő szakembereknek alkalmazkodniuk kellett. Elengedhetetlen a megfelelő szakértelem a beavatkozó tűzoltók számára, ugyanis ennek hiányában a mentést végzők számára, a feszültségből kifolyólag, még nagyobb kockázatot jelent egy ilyen járműnél való segítségnyújtás, mint egy belső égésű motorral hajtott jármű esetén.

Mindent összevetve, arra a következtetésre jutottunk, hogy a tűzkockázat két alapvető részét, azaz a bekövetkezési valószínűséget és az ennek következtében kialakuló következmények súlyosságát tekintve, az elektromos autók nem jelentenek nagyobb kockázatot a hagyományos, belső égésű motorral hajtott járművekhez képest. A tűz kialakulása kezdetben viszonylag gyakori volt az egyes modellek esetén, azonban ezen szériahibák javításából kifolyólag nagyban megnőtt a gépjárművek biztonsági szintje. Ahogy az Amerikai Egyesült Államokban készült statisztika is mutatja, az elektromos gépjárművek elterjedésével egyidőben a gépjárműtüzek gyakorisága folyamatosan csökkent a vizsgált évek során, függetlenül a különböző meghajtások előfordulási arányától. Manapság a folyamatos fejlesztéseknek és a szigorú előírásoknak köszönhetően, egyre inkább javulnak a tesztek eredményei, melyek az akkumulátorok külső hatásokkal és sérülésekkel szembeni ellenállóképességük megállapítására irányul. [39]

A tűzkockázat másik meghatározó összetevőjét jelentő várható súlyosságot tekintve, aggodalomra adnak okot az elektromos gépjárművek oltása során jelentkező nehézségek. A legfőbb nehézséget a szükséges oltóvíz mennyiségének biztosítása jelentheti a jövőben, ugyanis feltételezhető, hogy egy-egy balesetben több elektromos jármű is érintett lesz. Ha egy ilyen helyzet kialakul és a keletkezett tűz több elektromos jármű akkumulátorát is érinti, komoly kihívást fog jelenteni az oltás kivitelezése.

A jogi szabályozásokat tekintve, véleményünk szerint a jövőben új és korszerűbb szabályozások bevezetése lesz szükséges. A tűzoltók számára kiadott beavatkozási utasításban,

példának okáért a 2016-os utasításban még egyáltalán nem szerepelnek az elektromos meghajtású járművek, csak a hibridekre vonatkozó előírások alapján lehet következtetni a beavatkozás rendjére. Ugyanakkor a jogi szabályozásokat nyilvánvalóan a megtörtént jogesetek fogják maguk után vonni, ezáltal precedens értékű is lehet egy-egy tüzeset. Nem tartozik szorosan a tűzvédelem témaköréhez, de fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy biztonsági szempontból az önvezető autók megjelenésével új veszélyek és új megosztó jogi kérdések és viták is meg fognak jelenni egyidejűleg. Ezen viták szakszerű kezelése, nem csak jogi, de műszaki szempontból történő megközelítése is fontos pont kell, hogy legyen a döntésekben.

Megállapíthatjuk, hogy a 21. század elején még mindig komoly és veszélyes új problémákkal kell szembe néznie a társadalomnak és a tervezőknek, a közlekedési kihívásokat illetően, mint ahogy így volt ez egy évszázaddal ezelőtt is. Azóta természetesen óriási fejlődés ment végbe, mind energetikai, mind pedig biztonsági szempontból, de a közlekedés és a hozzá tartozó ipar, máig egy dinamikusan fejlődő ágazat, sőt elmondható, hogy még sosem fejlődött ilyen gyorsan, mint napjainkban. Mindezen tapasztalatok azt mutatják, hogy a járműipar a jövőben is a társadalom egyik mozgatórugója marad, ezzel együtt pedig folyamatosan új lehetőségeket és problémákat fog jelenteni az emberiség számára.

Irodalomjegyzék

- [1] Polgári Beáta PhD hallgató, Dr. Farkas Csaba egyetemi tanársegéd BME Villamos Energetika Tanszék: Villamos autók rendszerszintű szabályozási szerepkörei, 2016, <https://www.mvmpartner.hu/hu-HU/Szolgáltatások/Villamos-Energia/Erdekessegek/Villamosautokrendszerszintuszabalyozasiszerepkorei> (letöltés dátuma: 2018.03.16.)
- [2] Kérdezz-felelek a hazai elektromos autókról, 2017, Energiaklub, <https://www.energiaklub.hu/hirek/kerdezz-felelek-a-hazai-elektromos-autokrol-4520> (letöltés dátuma: 2018.03.20.)
- [3] 10 tévhit az elektromos autózással kapcsolatban, 2018, Villanyautósok, <https://villanyautosok.hu/elektromos-auto/10-tevhit-az-elektromos-autozassal-kapcsolatosan/> (letöltés dátuma: 2018.03.30.)
- [4] Az elektromos autók történetének 4 fő mérföldköve, 2017, Alapjártat, <https://www.alapjarat.hu/tech/az-elektromos-autok-tortenete/> (letöltés dátuma: 2018.04.06.)
- [5] Nem mindenki sikeres az elektromos autók piacán, 2018, Alapjártat, <https://www.alapjarat.hu/nagyvilag-bulvar/nagyvilag/nem-mindenki-siker-es-az-elektromos-autok-piacan/> (letöltés dátuma: 2018.03.27.)
- [6] Magyarországon 5000 zöld rendszámmal rendelkező autó található, 2018, eCars, https://e-cars.hu/2018/03/24/magyarorszagon-5000-zold-rendszammal-rendelkezo-auto-talalhato/?utm_source=elektromosautok.com&utm_medium=post&utm_campaign=aggregator_elektromosautokcom (letöltés dátuma: 2018.03.31.)
- [7] Az e-közlekedés dinamikus fejlődése, 2018, Transpack, <http://www.transpack.hu/index.php/hir/az-e-kozlekedes-dinamikus-fejlodes> (letöltés dátuma: 2018.03.30.)
- [8] Sipos Z.: Tűzhalál vagy áramütés?, 2013, Totalcar, https://totalcar.hu/magazin/kozelet/2013/05/29/amit_mindenkinek_tudni_kell/ (letöltés dátuma: 2018.04.02.)
- [9] Ajánlott az autóban tűzoltó készüléket tartani, Szóljon, <https://www.szoljon.hu/jasz-nagykun-szolnok/kozelet-jasz-nagykun-szolnok/ajanlott-az-autoban-tuzolto-keszuleket-tartani-798907/> (letöltés dátuma: 2018.03.31.)
- [10] Teendők gépkocsitűz esetén, 2017, Szon, <http://www.szon.hu/teendok-gepkocsituz-eseten/3683807> (letöltés dátuma: 2018.03.31.)

- [11] Illés T.: Mit tegyünk autótűz esetén?, 2011, <https://szegedma.hu/2011/02/mit-tegyunk-autotuz-eseten> (letöltés dátuma: 2018.04.05.)
- [12] Dallos T.: Autóink tűzvédelme, 2001, <http://www.langlovagok.hu/html/tuzor/11.shtml> (letöltés dátuma: 2018.03.25.)
- [13] Forgalmobiztonsági vetélkedő Szolnokon, 2017/6, KMKK, http://www.kmkk.hu/kmkk/volan_ujsag/KMKK_Volan_Ujsag_2017_junius.pdf (letöltés dátuma: 2018.04.03.)
- [14] Hányféleképpen gyulladhat ki egy autó?, 2017, Vezess, <https://www.vezess.hu/hirek/2017/12/15/eu-autoipari-visszahivasok-2017-50-heteben/> (letöltés dátuma: 2018.03.29.)
- [15] Cherise Threewitt: Top 10 Causes of Car Fires, 2018, <https://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/accidents-hazardous-conditions/10-causes-of-car-fires5.htm> (letöltés dátuma: 2018.04.05.)
- [16] Hányféleképpen gyulladhat ki egy autó?, Vezess, 2017, <https://www.vezess.hu/hirek/2017/12/15/eu-autoipari-visszahivasok-2017-50-heteben/> (letöltés dátuma: 2018. 04. 02.)
- [17] Majestic Fire Protection: Tactical Considerations for Extinguishing Fires in Hybrid and Electric Vehicles, 2015, <https://www.youtube.com/watch?v=-gkNosJ-tzQ> (letöltés dátuma:2018. 03. 17.)
- [18] PVEurope: Kia Soul EV electric car: stronger battery – range of 250 kilometers, 2017, <http://www.pveurope.eu/News/E-Mobility/Kia-Soul-EV-electric-car-stronger-battery-range-of-250-kilometers> (letöltés dátuma: 2018. 03. 16.)
- [19] TŰZOLTÁS-TAKTIKAI SZABÁLYZAT: 1. melléklet a 6/2016. (VI.24.) BM OKF utasításhoz, 2016, http://tuzvedelemmegelozes.lapunk.hu/tarhely/tuzvedelemmegelozes/dokumentumok/201607/1__melleklet_v3.pdf (letöltve 2018.04.07.)
- [20] Wikipedia: Plug-in electric vehicle fire incidents, 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in_electric_vehicle_fire_incidents (letöltés dátuma: 2018.04.02)

- [21] Életeket menthet az új autós segélyhívó rendszer, 2018, Nlcafe,
<https://www.nlcafe.hu/utazas/20180404/autos-segelyhivo-rendszer-e-call-magyarorszag/>
(letöltés dátuma: 2018.04.04.)
- [22] dr. Vidákovics B. Zs. és partnerei: Segítségnyújtás elmulasztása BTK. 166. , 2018,
<https://www.vidakovics.hu/segitsegnyujtas-elmulasztasa-btk-166/> (letöltés dátuma:
2018.04.04.)
- [23] Életeket menthet az új autós segélyhívó rendszer, 2018, Nlcafe,
<https://www.nlcafe.hu/utazas/20180404/autos-segelyhivo-rendszer-e-call-magyarorszag/>
(letöltés dátuma: 2018.04.04.)
- [24] Gere T. : Kötelező lesz az új autómata segélyhívó március 1-től; 2018,
<https://www.autonavigator.hu/cikkek/kotelezo-lesz-az-automata-segelyhivo-marcius-31-tol/> (letöltés dátuma: 2018.04.04.)
- [25] Padavi M.: Újabb mérföldkő: felgyorsult az önvezető autók nemzetközi szabályozása,
2017, <https://autopro.hu/trend/ujabb-merfoldko-felgyorsult-az-onvezeto-autok-nemzetkozi-szabalyozasa/21244/> (letöltés dátuma: 2018.03.31.)
- [26] Vajda A.: Elektromos autók, 2018/2,
http://www.parlament.hu/documents/10181/1479843/Infojegyzet_2018_2_elektromos_autok.pdf/ec9578b9-8911-6b18-ec95-8677d1658b57 (letöltés dátuma: 2018.04.03.)
- [27] dr. Szabó J. előadása alapján: Gépjárművek aktív és passzív biztonsági rendszerei,
http://siva.bgk.uni-obuda.hu/jegyzetek/Szakertoi_ismeretek/Gepjarmuvek_aktiv_es_passziv_biztonsagi_elemei.pdf (letöltés dátuma: 2018.04.04.)
- [28] Kruppa A.: Villamos vezetékrendszerek tűzvédelme 100-102 o.;
- [29] Dr. Pál K. - Dr. Macskásy H.: A műanyagok éghetősége; Műszaki Könyvkiadó, Budapest,
1980., ISBN: 963 10 3179 9, 344-346 o.;
- [30] Wikipedia: Boeing 787 Dreamliner battery problems, 2018,
https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_787_Dreamliner_battery_problems (letöltve: 2018.
03.19)
- [31] Robert P. Mark: Training: How To Deal With Lithium Ion Batteries, AINOnline, 2013,
<https://www.ainonline.com/aviation-news/2013-01-21/training-how-deal-lithium-ion-batteries> (letöltés dátuma: 2018. 03. 22.)

- [32] Timothy J. Seppala: Tesla Model S catches fire after battery puncture, Musk responds, Engadget, 2013. <https://www.engadget.com/2013/10/04/tesla-model-s-battery-fire-musk-response/> (letöltés dátuma:2018. 03. 15.)
- [33] Joe Finnerty: Smart ForTwo electric car ‘totally destroyed’ and left gutted by flames after it set on fire while charging outside office, The Sun, 2017. <https://www.thesun.co.uk/motors/3983899/smart-fortwo-electric-car-totally-destroyed-and-left-gutted-by-flames-after-it-set-on-fire-while-charging-outside-office/> (letöltés dátuma: 2018. 03. 23.)
- [34] smart fortwo electric drive in Malaysia, Breaking News, 2011, <http://www.motortrader.com.my/news/smart-fortwo-electric-drive-in-malaysia/> (letöltés dátuma: 2018. 03. 23.)
- [35] Vajda Adrienn: Elektromos Autók, Országgyűlés Hivatala: Közgyűjteményi és közművelődési igazgatóság, képviselői információs szolgálat, 2018, http://www.parlament.hu/documents/10181/1479843/Infojegyzet_2018_2_elektromos_autok.pdf/ec9578b9-8911-6b18-ec95-8677d1658b57 (letöltés dátuma: 2018. 03.23)
- [36] Internal Combustion Engines as Ignition Sources:Osha Fact Sheet, <https://www.osha.gov/Publications/osha3589.pdf> (letöltve ekkor: 2018. 03. 27.)
- [37] Wikipedia: Internal combustion engine, 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Internal_combustion_engine (letöltés dátuma: 2018. 03.26.)
- [38] Wikipedia: Lithium-ion battery 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium-ion_battery (letöltve ekkor: 2018. 03.28.)
- [39] Marty Ahrens: U.S. VEHICLE FIRE TRENDS AND PATTERNS, National Fire Protection Association Fire Analysis and Research Division, 2010 június, <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics/Vehicles/osvehicle.ashx?la=en> (letöltés dátuma: 2018. 03.27.)
- [40] Statista: U.S. highway vehicle fires: civilian deaths 1980 to 2016, <https://www.statista.com/statistics/377009/us-highway-vehicle-fires-civilian-deaths/> (letöltés dátuma: 2018. 03 27.)
- [41] Statista: Number of U.S. highway vehicle fires 1980-2016, <https://www.statista.com/statistics/377006/number-of-us-highway-vehicle-fires/> (letöltés dátuma: 2018. 04.01)
- [42] Ian Dunbar: Mentési technikák járműbalesetknél, Fordította: Ryan Edit, ISBN: 978-90-812796-0-4, 2017, 26.-45.o

- [43] NFPA: Electric Vehicle Emergency Field Guide, 2014,
http://www.ncdoi.com/OSFM/RPD/PT/Documents/Coursework/EV_SafetyTraining/EV%20EFG%20Classroom%20Edition.pdf (letöltés időpontja: 2018. 04.01.)
- [44] Simon G., Advocatus, Horváth és Társai DLA Piper Ügyvédi iroda: Elektromos töltés árazása: hatályba lépett az új szabályozás, 2017.09.06. ,
<http://kamaraonline.hu/cikk/elektromos-autotoltes-arazasa-hatalyba-lepett-az-uj-magyar-szabalyozas> (letöltés időpontja: 2018.04.07.)
- [45] Kozma L. villamosmérnök: Elektromos autók töltési módozatai: Csatlakozás az elektromos hálózathoz, 2017, <https://www.villanylap.hu/lapszamok/2017/aprilis/4471-elektromos-autok-toltesi-modozatai-csatlakozas-az-elektromos-halozathoz> (letöltés időpontja: 2018.04.07.)
- [46] Új rendeletek az elektromos gépjárművek töltésével kapcsolatosan, 2016, Ecolounge,
<http://ecolounge.hu/zoldmotor/uj-rendeletek-az-elektromos-gepjarmuvek-toltesevel-kapcsolatosan> (letöltés időpontja: 2018.04.09.)
- [47] Vajda A.: Elektromos autók, 2018.02.14. ,
http://www.parlament.hu/documents/10181/1479843/Infojegyzet_2018_2_elektromos_autok.pdf/ec9578b9-8911-6b18-ec95-8677d1658b57 (letöltés időpontja: 2018.04.07.)
- [48] Így tölthetjük itthon az elektromos autót, 2017.09.07. , Piacessprofit,
<http://www.piacessprofit.hu/gazdasag/igy-tolthetjuk-itthon-az-elektromos-autot/> (letöltés időpontja: 2018.04.09.)
- [49] Elektromos járművek a közutakon, 2017.02.17. , Sony872.blog,
http://sony872.blog.hu/2016/02/17/elektromos_jarmuvek_a_kozutakon (letöltés időpontja: 2018.04.09.)
- [50] Budapest Főváros Kormányhivatala: Jogszabályok, 2018,
<http://mkeh.gov.hu/jogszabalyok> (letöltés időpontja: 2018.04.07.)
- [51] Borbás I.: Érintésvédelmi szabályossági felülvizsgálat, 2018,
<http://villamvedelem.com/erintesvedelmi-szabvanyossagi-felulvizsgalat/> (letöltés időpontja: 2018.04.07.)
- [52] Galéria, 2018, Volkswagen <https://www.volkswagen.hu/e-up> (letöltés dátuma: 2018.04.06.)

[53] Viatorpower, 2018, <http://viatorpower.com/nissan-leaf-elektromos/> (letöltés dátuma: 2018.04.06.)

[54] Amit az elektromos autók töltőiről tudni kell!, 2018, eCars, <https://e-cars.hu/kisokos/elektromos-auto-tolto-tipusok/> (letöltés dátuma: 2018.04.06.)

[55] Electric Vehicle Emergency Field Guide, 2018,
http://www.ncdoi.com/OSFM/RPD/PT/Documents/Coursework/EV_SafetyTraining/EV%20EFG%20Classroom%20Edition.pdf (letöltés dátuma: 2018.04.08.)