

**A LÍTIUMION-AKKUMULÁTOROS JÁRMŰVEK TÜZEINEK
OLTÁSA, A KAPCSOLÓDÓ MŰSZAKI FELADATOK
VÉGREHAJTÁSAINAK SAJÁTOSSÁGAI**

Jelige: Villanyjárgány

Pályamunka lezárásának időpontja: 2024. február

2025

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	3
A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKLÁSA	4
CÉLKITŰZÉSEK	4
ALKALMAZOTT KUTATÁSI MÓDSZEREK.....	5
A DOLGOZAT FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI.....	5
1. AZ AKKUMULÁTORRAL MŰKÖDŐ JÁRMŰVEKNEK TÖRTÉNELMI FEJLŐDÉSE ÉS A VONATKOZÓ SZABÁLYZÓI KÖRNYEZET ISMERTETÉSE A KÁRESETEK FELSZÁMOLÁSAKOR.....	7
1.1 AZ AKKUMULÁTORRAL MŰKÖDŐ JÁRMŰVEKNEK TÖRTÉNELMI FEJLŐDÉSE	7
1.2 AZ ELEKTROMOS JÁRMŰVEK TÍPUSAI	8
1.3 A BEAVATKOZÁS ELŐÍRÁSAI.....	10
2. A LÍTIUMION-AKKUMULÁTOR ÉS GYÁRTÁSÁNAK BEMUTATÁSA	14
2.1 A LÍTIUMRÓL ÁLTALÁNOS SÁGBAN.....	14
2.2 A LÍTIUMION-AKKUMULÁTOROK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI, MŰKÖDÉSÜK ÉS FELÉPÍTÉSÜK	15
2.3 AZ AKKUMULÁTOR VESZÉLYEI MIATT ALKALMAZOTT BIZTONSÁGI MÓDOK BEMUTATÁSA	17
3. A LÍTIUMION-AKKUMULÁTOROK TÜZEINEK OLTÁSA SORÁN ALKALMAZHATÓ TECHNIKAI ESZKÖZÖK	20
3.1 RED BOXX KONTÉNER.....	20
3.2 SZÉTHAJTHATÓ KONTÉNER.....	21
3.3 AZ AVD OLTÓANYAG	22
3.4 AZ OLTÓLÁNDZSA MŰKÖDÉSE ÉS HASZNÁLATA.....	23
3.5 A VÍZPAJZS MŰKÖDÉSI ELVE, ELŐNYEI, ALKALMAZHATÓSÁGA	24
4. A TÉMÁBAN VÉGZETT KUTATÁS BEMUTATÁSA.....	26
4.1 A KÉRDŐÍV KÉRDÉSEINEK ISMERTETÉSE.....	26
4.2 A KÉRDŐÍVRE ÉRKEZETT VÁLASZOK RÉSZLETES KIÉRTÉKELÉSE.....	28
5. A KÁRESETEK SORÁN FELLÉPŐ NEHÉZSÉGEK ÉRTELMEZÉSE PÉLDÁKON KERESZTÜL	34
5.1 A KÜLFÖLDI KÍSÉRLET EREDMÉNYEINEK ELEMZÉSE	34
5.2 AZ ELEKTROMOS TECHNOLÓGIÁVAL MŰKÖDŐ TÖMEGKÖZLEKEDÉSI ESZKÖZÖK PROBLÉMÁJA	35
6. ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATOK	38

BEVEZETÉS

Az emberiség mindig sokat foglalkozott azzal, hogyan lehetne az utazást megkönnyíteni különféle eszközökkel és erőforrásokkal. Ma már elképzelhetetlen lenne számunkra, hogy a fejlett infrastruktúra és modern járművek nélkül létezhessünk. Az ipari forradalom jelentette az első olyan nagy fordulóponthoz, ami jelentősen változtatott közlekedési szokásainkon, hiszen ekkor jelentek meg először a fosszilis energiával működtetett szállító eszközök, amikkel egyre nagyobb távolságokat egyre gyorsabban lehetett már megtenni. Ezek azonban környezetszennyező hatásuk és a nem megújuló energiaforrások fogyasztásával elavulttá váltak az évszázadok során. Ez ösztönözte az embereket az elmúlt évtizedekben arra, hogy másfajta módszerekkel kísérletezzenek, amikkel a fent említett problémák kiküszöbölhetők lennének.

Fontos cél napjainkban, hogy a folyamatos klímaváltozás ellen fellépjünk, így a közlekedésben is sarkalatos pont lett a környezetbarátabb alternatívák kutatása és fejlesztése. Magyarország is aláírta 2015-ben a párizsi éghajlatvédelmi egyezményt¹, melynek célja, hogy 2050-re teljesen elérjük a karbonsemlegességet. Ennek köszönhető, hogy az elektromos meghajtású- és a hibrid járművek egyre nagyobb teret hódítanak már hazánkban is.

Magyarországon jelenleg is megközelítőleg 3000 darab nagyfeszültségű áramforrással meghajtott gépjármű fut az utakon, melyeknek egyik fele hibrid, másik fele pedig tisztán elektromos üzemű. Nem csak az ilyen fajta technológiával működő autókat, de tömegközlekedési eszközöket és az utóbbi alig néhány évben már elektromos rollereket is egyre gyakrabban látni az utakon. Sok pozitív hozadéka ellenére azonban ez a törekvés is számtalan veszélyforrást rejt magában mind a felhasználók, illetve a káreseteknél beavatkozó tűzoltók és a környezet számára is. Legfőbb oka ennek az, hogy a hibrid- és a teljes mértékben elektromos energiával működő járművek fontos alkotóelemei és működtetői a lítiumion-akkumulátorok. Számtalan területen felhasználgják napjainkban, azonban minden bizonnyal a közlekedési eszközök által váltak az utóbbi időkben igazán közismertté. Sokan mégse gondolnának bele, mennyi problémát okozhat egy ilyen akkumulátor egy esetleges baleset során, kiváltképpen azért, mert sok tekintetben teljesen más beavatkozási eljárást igényelnek a tűzoltóság részéről, mint a robbanómotoros járművek esetében, amikkel kapcsolatban az állománynak már széleskörű ismeretei vannak. Így az elektromobilitás még mindig egy sok tekintetben feltérképezetlen témakör, ami rengeteg kutatást, kísérletezést igényelne.

¹ A Párizsi Megállapodás a globális felmelegedés korlátozására irányuló cselekvési tervet tartalmaz

A TÉMAVÁLASZTÁS INDOKLÁSA

Mindig is érdekelt a tűzoltói hivatás, ezen belül is a beavatkozó állomány munkája. Emiatt tanulmányaim mellett önkéntes tűzoltóként is tevékenykedem, szeretnék ezen a szakterületen fejlődni, kutatni, hogyan lehetne megoldást találni máig vitatott, problémákat jelentő kérdéskörökre, amikkel akár én magam is szembesülhetek bármikor önkéntes szolgálataim során.

Egy ilyen kézenfekvő téma az alternatív energiákkal, specifikusan az akkumulátorokkal működő (tisztán elektromos meghajtású és hibrid) járművek tűzoltása, műszaki mentése, a közben felmerülő problémák elemzése és kiküszöbölése, például a szakfelszerelésekre és azok alkalmazására, az egyéni védőfelszerelésekre vonatkozóan, valamint az erre irányuló oktatásra az állomány számára. Ezen közlekedési eszközök egyre szélesebb körben elterjedtek, az utóbbi években jelentősen növekedett mind a személygépjárművek száma, mind a tömegközlekedésben használt járművek (első sorban az elektromos buszok) száma, így a tűzoltók is egyre több kihívással szembesülnek nap mint nap ezzel kapcsolatban. Érdekel továbbá az is, hogy miként működnek ezek a lítiumion-akkumulátorok és mi az oka annak, hogy egyre több balesetet okoznak, amiknek egy része sajnos halálos kimenetelű is lehet.

CÉLKITŰZÉSEK

Célja a kutatásomnak, hogy első körben a beavatkozó állomány képességeit, lehetőségeit figyelembe véve próbáljam vizsgálni a témát, olyan kérdésekre keresni a választ, amik a későbbiekben akár segítséget is nyújthatnak a tűzoltói tevékenységek hatékonyabbá tételében. A megoldást kereshetjük a jelenleg is rendelkezésre álló eszközök és az erre alapuló tudás fejlesztésében, valamint az eddig ismeretlen technológiákkal való kísérletezésben is. Meglehetősen új technológiáról van szó (amennyiben az elmúlt századok viszonylag kezdetleges, kevesebb sikerrel járó törekvéseitől eltekintünk), így a tűzoltókon túl a civil lakosság sem feltétlen rendelkezik elegendő információval. Pedig ugyanolyan fontos lenne ismertetni az ezekben az eszközökben rejlő veszélyeket és egyéb tudnivalókat a felhasználókkal is, hiszen sok baleset valószínűleg könnyebben megelőzhető és kezelhető lenne kellő tudás birtokában.

Már a kutatásom megkezdése előtt is feltételeztem azt a tényt, hogy a beavatkozó állomány (mind hazánkban, mind nemzetközi szinten) nem rendelkezik még kellő ismerettel a

lítiumion-akkumulátorral működő járművek káreseteinek felszámolásával kapcsolatban. Nincs elegendő ismeretünk azzal kapcsolatban, hogy milyen technológiával és eszközökkel, mekkora mennyiségű és milyen típusú oltóanyaggal, mekkora tűzoltói létszámmal, illetve milyen módszerekkel célszerű egy ilyen jellegű tűzoltást vagy műszaki mentést elvégezni. Feltételeznünk kell, hogy a jelenleg használt eszközpark nem minden esetben alkalmas és a tűzoltók rendelkezésére álló tudás sem teljes mértékben naprakész a hatékony beavatkozás érdekében. Emiatt érdemes elgondolkodnunk azon, mit lenne a legcélszerűbb elsőként fejleszteni.

Míg a kutatásaimat végeztem és összegeztem, ez idő alatt is több fejlesztés látott napvilágot többek között hazánkban is, ezzel kapcsolatban a továbbiakban szándékozom bővebb ismertetővel szolgálni.

ALKALMAZOTT KUTATÁSI MÓDSZEREK

A témához kapcsolódóan különféle szakirodalmakat, kutatásokat és vonatkozó jogszabályokat dolgoztam fel, azokból a témára vonatkozó releváns megállapításokat felhasználtam.

Konzultációk formájában² nemzetközi szakmai kitekintést folytattam anyaggyűjtés céljából, felvettem a kapcsolatot olyan tűzoltókkal, akik végeztek már kísérleteket és készítettek feljegyzéseket az általam is kutatott témakörrel kapcsolatban.

Kérdőív formájában igyekeztem megszólítani minél több tűzoltót és elérni mindenek előtt olyanokat, akiknek vannak már tapasztalataik a lítiumion-akkumulátorral működő járművek tűzoltásával, műszaki mentésével kapcsolatban. A kérdőív megalkotásának módszeréről és annak eredményeiről a későbbiekben részletesen szó lesz majd a munkám során.

A DOLGOZAT FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

Kutatásaimmal szeretnék rávilágítani arra, hogy mennyire fontos fejleszteni Magyarországon is a tűzoltók tudását a témával kapcsolatban és számításba venni a különféle szakszervezetek alkalmazási lehetőségeit, azok fejlesztéseit és felismerni az újfajta eszközökkel, taktikákkal való kísérletezésekben rejlő lehetőségeket. Habár ezt a témakört már számtalan alkalommal kutatták előttem is, a célom, hogy olyan megállapításokat tegyek a fellelhető tények, adatok és a begyűjtött vélemények, tapasztalatok által, amik elősegíthetik hazánkban is a lítiumion-akkumulátorokkal összefüggésben álló balesetek elleni hatékony küzdelmet.

² Dr. Tánczos Péter tűzoltó ezredessel folytatott konzultációk során megismert adatok

Ezeket elsődlegesen a tűzoltás tekintetében lehetne alkalmazni, hiszen ez a terület jelenti a legnagyobb problémát, de a műszaki mentésekkel kapcsolatban is célom volt olyan releváns információkat szerezni és azok által megállapításokat, javaslatokat tenni, amik a későbbiekben akár segítségül hívhatók a káresetek alkalmával, vagy pozitív változásokat eredményeznek.

1. AZ AKKUMULÁTORRAL MŰKÖDŐ JÁRMŰVEKNEK TÖRTÉNELMI FEJLŐDÉSE ÉS A VONATKOZÓ SZABÁLYZÓI KÖRNYEZET ISMERTETÉSE A KÁRESETEK FELSZÁMOLÁSAKOR

Az elektromos meghajtással működő járművek ötlete alapvetően nem számít újkeletűnek, az első elektromos autó megjelenése az 1800-as évekre datálható. Az elektromos motor feltalálása ráadásul magyar vonatkozású, ugyanis Jedlik Ányos nevéhez kapcsolódik, aki 1828-ban alkotta meg az eszközt, amit aztán egy modellautóba szerelve ki is próbált. Habár ez a kezdeti kísérletezés még távol áll a tényleges sikerektől, de jól látszik, hogy már évszázadokkal korábban is foglalkoztatta az emberiséget, hogy miként lehetne az elektromos energiát hasznosítani a közlekedésben.

1.1 AZ AKKUMULÁTORRAL MŰKÖDŐ JÁRMŰVEKNEK TÖRTÉNELMI FEJLŐDÉSE

Az első, ténylegesen elektromos meghajtású négykerekű járművet 1888-ban egy német feltaláló, Andreas Flocken alkotta meg. Viszonyításképpen ez alig két évvel azután történt, hogy Carl Benz szabadalmaztatta gázmotorral működő járművét 1886-ban. Nem sokkal később pedig az amerikai Pope Manufacturing³ és az osztrák-magyar Lohner-Werke⁴ sorozatgyártásba kezdtek, mindkét cég piacra dobta saját tervezésű modelljét. A Pope Manufacturing 1899-re évente már közel 500 gépjárművet képes volt gyártani, azonban a cég elektromos meghajtású járművekkel foglalkozó ága még ugyanebben az évben függetlenné vált, az év végére pedig felvásárolta az Electric Vehicle Company. Ezen gépjárművek még nikkel-vas alapú akkumulátorokkal üzemeltek, és mind a mai napig használhatóak a megmaradt példányaik. Ekkoriban azonban az alacsony olajár még gátat szabott annak, hogy egyéb alternatívák teret hódítsanak a fosszilis energiával működő járművek mellett.

A nagy változás az elektromos járművek rovasára akkor következett be, amikor 1908-ban elkezdődött a Ford T-modell fejlesztése. Frederick Winslow Taylor feltalálta a futószalagot, aminek hála megkezdődhetett a járművek tömeggyártása, így az autózásra egyre több középosztálybeli polgárnak lehetősége nyílt. 1908 és 1927 között 15 millió darab T-modell készült el, ami mellett a Pope Manufacturing (és vele együtt az Electric Vehicle Company) teljesítménye igencsak a háttérbe szorult.

³ 1877-ben, Albert Augustus Pope által alapított vállalat

⁴ A Bombardier Transportation cég osztrák leányvállalata

Az elektromos járműipar 1912-ig még versengett a fosszilis energiával működő járműveket gyártó cégekkel, azonban ez évben piacra dobták az elektromos önindítót, amivel együtt a belső égésű motorok is rohamos fejlődésbe kezdtek. Magyarországra az elektromos járművek technológiája csak később érkezett meg, első ízben a Magyar Királyi Posta vásárolt meg elektromotoros autókat 1927 és 1931 között. Az 1930-as évekre azonban a világ nagy részén, különösen a gyorsabb ütemben fejlődő országokban az elektromos meghajtású járművek fejlesztése és gyártása szinte teljesen feledésbe merült, így hazánkban sem maradt hosszú életű ez a technológia.

A hidegháború időszakában azonban újra egyre nagyobb lett az igény az alternatív erőforrásokkal üzemelő járművekre. Ebben komoly szerepet játszott az 1973-as olajválság, ám a valódi áttörést még ez sem hozta meg.

Manapság ismét felkapottakká váltak a tisztán elektromos meghajtással üzemelő és a hibrid gépjárművek is. Ennek egyik oka, hogy a fosszilis energiák egyre inkább kifogyóban vannak, másfelől pedig egyre többen szeretnének tudatosan fellépni a környezetszennyezés ellen. Erre világszerte egyre több ország igyekszik törekedni, többek között az Európai Unió tagállamai is. Az Európai Unió jövőbeli tervei között ráadásul az is szerepel, hogy 2035 után nem lehet forgalomba helyezni belső égésű motorral üzemelő járműveket⁵, kizárólag csak olyanokat, amik elektromos meghajtással működnek. Tehát az ez után eladott személygépjárművek és kisteherautók nem bocsáthatnak ki szén-dioxidot az üzemelésük során. Ez a tervezet is része annak a projektnek, hogy az általam már feljebb is említett klímasemlegesség céljait elérjük 2050-re. Az Európai Unió első sorban azért a közlekedési szokások megreformálásával szeretné a célját elérni, ugyanis Unión belül a közúti közlekedés felelős a szén-dioxid kibocsátásának egyötödéért. Emiatt fontos célkitűzés, hogy 2021-hez képest 2030-ra a személyautók tekintetében 55%-kal, a kisteherautók esetében pedig 50%-kal csökkenthető legyen a káros anyag kibocsátás.

1.2 AZ ELEKTROMOS JÁRMŰVEK TÍPUSAI

Tisztán elektromos meghajtású gépjárművek

A köznapi nyelvben ezeket a típusú járműveket nevezik elektromos autóknak. Könnyű őket felismerni, hiszen hazánkban az előírásoknak megfelelően zöld színű rendszámtáblával látják

⁵ <https://villanyautosok.hu/2023/03/27/uj-megallapodas-szuletett-2035-ugyeben/> Letöltés dátuma: 2024.01.28.

el őket. A tisztán elektromos meghajtású autó egy - túlnyomó többségben lítiumionos – akkumulátorba töltve tárolja, és onnan hasznosítja az energiát. Ez az akkumulátor csak külső forrásból tölthető. Tisztán elektromos motorok hajtják, a jármű nem tartalmaz robbanómotort. A felhasználók számára felmerülő egyik legnagyobb probléma jelenleg az, hogy egy ilyen jellegű gépjármű az akkumulátor kis kapacitása miatt legfeljebb 100-250 km távolságot képes megtenni egy töltéssel. Habár léteznek már olyan modellek is, amik egy töltéssel képesek akár 400-500 km megtételére, középkeletre ez még nagyon ritkának számítanak, így nem sokkal találkozhatunk az utakon. Mivel nem képesek töltés nélkül hosszú távon üzemelni, leginkább városi autónak javasolják ezt a típust.

Nagy előnye, hogy használat közben gyakorlatilag nulla százalék a lokális szennyezése. További érv ami gyakran mellett szól, hogy otthon is könnyedén lehet tölteni és olcsó az üzemeltetése. Azonban mindkét pozitívumának is megvan a maga árnyoldala, amikre a dolgozatomban később még részletesebben szeretnék kitérni.



1. sz. kép: Tisztán elektromos meghajtású gépjármű töltése nyilvános töltőhelyen (a rendszámtábla zöld színe utal a tisztán elektromos meghajtási formára)

Forrás: <https://raketa.hu/elektromos-auto-toltes-otthon> Letöltve: 2024.01.10.

Hibrid járművek

A hibrid autók robbanómotorral meghajtott járművek (többnyire benzinesek, de előfordulhatnak diesellel üzemelő típusok is), amiknek meghajtását egy kis kapacitású akkumulátor segíti. Ez az akkumulátor a fékezésekkor keletkezett áramot tárolja. Ez az energia hasznosítható később, első sorban a gyorsulás rásegítésénél, de akadnak már olyan

hibrid járművek, amik akár több kilométeres távolságot is meg tudnak tenni tisztán elektromos meghajtással. A cél tehát nem a robbanómotor teljes mellőzése, csupán az alacsonyabb fogyasztás elérése az elraktározott energia felhasználásával. Ezek a gépjárművek külső energiaforrásról nem tölthetők fel.

Konnektoros (plug-in) hibrid gépjárművek

Hasonló elven működnek, mint a hagyományos hibrid járművek, azonban ezeket már lehet külső forrásból is tölteni, illetve nagyobb akkumulátor kap bennük helyet ami biztosítja, hogy a jármű már nagyobb távolságot is megtehessen tisztán elektromos forrásból (tesztpályákon ez akár 20-50 km is lehet). Ezen járművek elsődleges meghajtási módja továbbra is a belső égésű motor, így a fűtési és hűtési rendszerek bekapcsolásakor azonnal ez indul el. Angol elnevezésének (plug-in hibrid electric vehicle) rövidítését, a PHEV jelölést szokás feltüntetni a karosszériájukon.

Hatótáv növelt elektromos gépjárművek

Ezek az autók tisztán elektromos energiával meghajtott járművek, amik már 100-150 km megtételére is képesek. A járműbe építenek egy kis méretű benzinmotort, aminek az a szerepe, hogy áramot termeljen az akkumulátor számára, így az külső forrás nélkül is tölthető legyen. Hátlütője azonban, hogy a robbanómotor miatt az arra vonatkozó karbantartásokat is szükséges elintézni, így ez a típus kevésbé költséghatékony, mint a hagyományosnak tekinthető, belső égésű motor nélküli elektromos autók.

Üzemanyagcellás elektromos autók

Ezen járműtípus esetében a szükséges energiát folyékony hidrogén formájában tárolják, így nincs szükség hagyományos akkumulátorra. Egy üzemanyagcella alakítja át a hidrogént elektromos árammá. Pozitívuma, hogy a hidrogéntartály alig néhány perc alatt feltölthető, hátránya azonban az, hogy az üzemeltetése nagyon költséges. Emiatt ezek a gépjárművek még nem túl elterjedtek, Magyarországon például jelenleg nem is elérhetőek.

1.3 A BEAVATKOZÁS ELŐÍRÁSAI

Ahhoz, hogy egy-egy káresetnél a beavatkozó állomány - és különösen a tűzoltást vezető személy - tisztában legyenek azzal, hogy milyen módokon járhatnak el az adott kárfelszámolás során, fontos megismerni és figyelembe venni a vonatkozó jogszabályok előírásait. Ennek megfelelően a hivatásos állományú, önkormányzati, létesítményi és

önkéntes tűzoltók munkáját különféle törvények, kormányrendeletek, miniszteri rendeletek, utasítások, intézkedések (például területi szinten) szabályozzák és keretbe foglalják az elvégzendő tevékenységeket. A cél minden esetben első körben az emberi élet megóvása, az anyagi javak mentése, lehetőleg a legkisebb kár okozásával. Továbbá az egyes törvényekben meghatározottak kiterjednek az állampolgári kötelezettségekre is, amik többek között a megelőző tevékenységekre helyezik a hangsúlyt, azonban rögzítik azt is, hogy az állampolgároknak mi a kötelességük a segítségnyújtást illetően egy baleset vagy tüzeset észlelése során.

A 2011. évi CXXVIII. törvény⁶ a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló törvényben ugyan nem szerepel konkrét szabályozás a tűzoltásról és a műszaki mentésről, azonban a katasztrófák bekövetkezése során az állam és a védekezésben résztvevő szervezetek feladatait, jogait meghatározza és szabályozza a lakosság védelmének érdekében.

Az 1996. évi XXXI. törvény⁷ a modern tűzoltó törvények és rendeletek alapja. Rögzítésre kerültek benne a tűz megelőzésre vonatkozó szabályok az élet-és vagyonbiztonság érdekében. Ez a törvény is magába foglalja többek között a magánszemélyekre vonatkozó kötelezéseket a segítségnyújtást illetően. Meghatározza továbbá „a tűz elleni védekezésben résztvevők jogainak, kötelezettségeinek, valamint a védekezés szervezeti, irányítási rendjének, személyi, tárgyi és anyagi feltételeinek szabályozására” vonatkozó követeléseket.

A 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet⁸ II. fejezetében a tűzoltásról és a tűzoltás vezetőjének feladatairól, jogairól részletesen tájékoztat. Továbbá a szervezhető beosztásokról, a beavatkozást elvégzők feladatairól, kötelezettségeiről, jogairól. Megemlíti azt is, hogy ki lehet a tűzoltás és műszaki mentés vezetője. A 7. ponttól van szó arról is, hogy a tűzjelzéstől a bevonulásig és a készenlét visszaállításáig milyen feladatokat kell végrehajtania az állománynak. A III. fejezet szól a műszaki mentésről, annak menetéről, feladatairól, valamint a műszaki mentési tervről. Munkám során a későbbiekben a legnagyobb szerepet a tűzoltás vezetőjének feladatairól, jogairól szóló fejezet kapja.

⁶ 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról

⁷ 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról letöltve:2024.02.16

⁸ 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól szóló rendelet

A 6/2016 (I.24.) BM OKF utasítás⁹ 1 számú mellékletében részletezi a különböző építmény- és intézmény tüzeknél történő beavatkozásokon túl a VIII. fejezetben a Közlekedési eszközökben keletkező tüzek beavatkozási szabályait. Több ponton keresztül taglalja a különböző közlekedési eszközökben (közúti járművek, kötött pályás járművek, légi-és vízi járművek) keletkező tüzeknél történő beavatkozási eljárásokat. Külön a 3. pontban taglalja a hibrid járművek tüzeinél történő beavatkozást is. A vonulás és a felderítés ezen szabályzat 1. pontjában található közúti járművekre vonatkozó szabályok érvényesek, viszont a felderítés során a külső jeleket, amely egy hibrid vagy egy tisztán elektromos autóra vonatkoznak fel kell kutatni, a műszerfalán látható-e töltés feszültségmérő, valamint a gépjárműben található-e kék színű közép feszültségű, illetve narancssárga magasfeszültségű vezeték, erről meg kell győződni minden alkalommal. Felhívja a figyelmet a beavatkozás előtti teendőkre (rögzítés, áramtalanítás). Külön kiemelendő, hogy ezen szabályzat szerint tűzoltó 400 V-ig áramtalaníthat feszültség alatt lévő berendezéseket. Tűzoltásvezető irányításával, kellő gyakorlattal és a megfelelő védőfelszereléssel rendelkező tűzoltó mégis elvégezheti az áramtalanítást, ha a beavatkozás biztonságos végrehajtása érdekében szükséges a feszültségmentesítés. A 2. számú melléklet Műszaki mentési szabályzat III. fejezet 2. pontjában taglalja a közlekedési balesetekre vonatkozó beavatkozás szabályait és a 3. pontban speciálisan a hibrid, elektromos és gázüzemű autók baleseteinél használatos és betartandó szabályokat. Kiemelten felhívja a figyelmet a rögzítésre, az áramtalanításra, a ki nem nyílt légzsákok veszélyeire, valamint a szigetelt nyelű szerszámok és védőfelszerelések használatára.

Meghatározóak lehetnek továbbá a Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek¹⁰ (TVMI), amik az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet¹¹ (OTSZ) által előírt követelmények teljesítésére fogalmaznak meg különféle megoldásokat. Az irányelvek alkalmazásával az OTSZ által támasztott fő követelményei teljesülnek, megvalósul a rendelet alapján elvárt biztonsági szint. Jelen téma esetében ezen irányelvek az oltóanyagok szempontjából fő fontosságúak, hiszen ezekkel kapcsolatban is tartalmazznak követelményeket.

A tizennégy irányelv közül számunkra a „Tűzterjedés elleni védelem” (1.), a „Tűzoltó egységek beavatkozási feltételeinek biztosítása” (4.), a „Beépített tűzjelző berendezés tervezése, telepítése” (5.), a „Beépített tűzoltó berendezések tervezése, telepítése” (6.) és a

⁹ 6/2016. (VI. 24.) BM OKF utasítás a Tűzoltás-taktikai Szabályzat és a Műszaki Mentési Szabályzat kiadásáról

¹⁰ Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek

¹¹ Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet

„Villamos berendezések, villámvédelem és elektrosztatikus feltöltődés elleni védelem” (7.) meghatározóak. Témák szerint taglalnak speciális tűzvédelmi megoldásokat egységes szerkezeti formában, mint „Li-ion akkumulátorok gyártása, tárolása akkumulátorgyárak területén” illetve „Elektromos személyautók töltése és tárolása gépjárműtárolókban”.

2. A LÍTIUMION-AKKUMULÁTOR ÉS GYÁRTÁSÁNAK BEMUTATÁSA

2.1 A LÍTIUMRÓL ÁLTALÁNOSÁGBAN

A lítiumot August Arfwedson svéd kémikus fedezte fel 1817-ben, kezdetben lúgos oldat formájában, csupán annak egyfajta vegyületeként¹². Később derült csak ki, hogy valójában egy teljesen új kémiai elemről van szó. Az oldat neve a görög lithosz, azaz kő szóból eredeztethetően lithina lett, ebből pedig az új kémiai anyag végül a lítium nevet kapta. Ez utal arra, hogy sok más elemtől eltérően (mint például a nátrium és kálium) a lítiumot szilárd anyag oldatában mutatták ki.

Vegyjele Li, rendszáma 3, az alkálifémek első tagja, színe ezüstös, levegővel érintkezve feketére korrodálódik, könnyedén lehet vegyületeket képezni vele és a Földön nagy mennyiségben előfordul, egészen pontosan a földkéreg 0,002-0,006 tömegszázalékát teszi ki. Habár ez nem tűnik jelentős számnak, mégis ezzel a mennyiséggel a Földön fellelhető harmincharmadik leggyakoribb elem. Ismert lelőhelyei első sorban Dél-Amerikában találhatóak Bolíviában, Chilében és Argentínában, illetve ezen túl még Ausztrália, Észak-Amerika és Ázsia is bővelkedik lítiumban.

Olvadáspontja 180,5 Celsius fok, hő-és villamosvezető képessége jó, alapvetően puha, a legkönnyebb fém a periódusos rendszerben. Vízzel azonnal kölcsönhatásba lép, a kölcsönhatás során hidrogén és lítium-hidroxid keletkezik. Tiszta oxigénnel érintkezve meggyullad. Emiatt gyúlékony és robbanásveszélyes lehet.

Hasznosítja a vegyipar (pl. kerámiamázas, levegőtisztítás), optika (mobiltelefonok harvereivel kapcsolatos optikai feladatok), hadiipar (rakéta hajtóanyagok, nukleáris töltetek), atomfizika (trícium termelése), gyógyászat (lítiumterápia), illetve az egyik talán legismertebb felhasználási formája az energetika területén jellemző (akkumulátorok formájában). Manapság egyre nagyobb rá a kereslet, megnövekedett értéke miatt szokás fehér aranyaként is nevezni. Mivel a legnagyobb elektrokémiai potenciállal rendelkezik a fémek közül, az egyik legnagyobb energiasűrűségű akkumulátor alapanyaga.

¹² <https://xforest.hu/litium/> Letöltés dátuma: 2023.09.02.

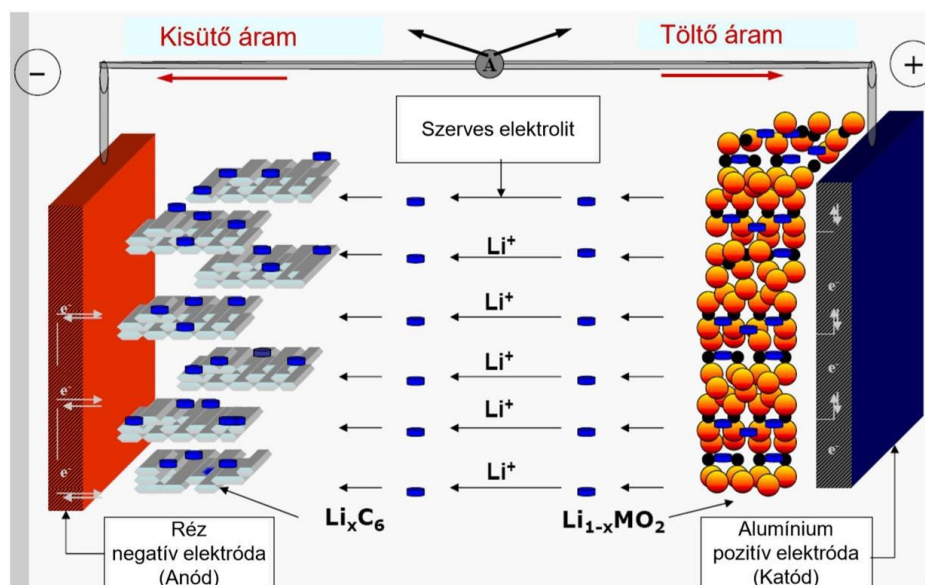
2.2 A LÍTIUMION-AKKUMULÁTOROK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI, MŰKÖDÉSÜK ÉS FELÉPÍTÉSÜK

Annak érdekében, hogy tűzoltói szempontból felismerjük a lítiumion-akkumulátoros járművek működése során fellépő veszélyforrásokat és szakszerű eljárások keretében orvosolni tudjuk azokat, fontos beszélnünk arról, hogyan épül fel és hogyan működik a szóban forgó technológia. Ismernünk kell az akkumulátorok felépítését és azt is, hogy milyen veszélyforrásokat rejtene.

A lítiumion-akkumulátorokat napjainkban már széles körben hasznosítjuk. Nagy energiatároló kapacitással és egyéb típusú akkumulátorokhoz képest viszonylag hosszú működési élettartammal rendelkeznek, számos összetételben, méretben és formában léteznek és kerülnek a piacra. Gyakran használják újratölthető cellákként, vagy mobiltelefonok, notebookok, elektromos szerszámok akkumulátoraként, de a lakosság számára igazán közismertté az elektromobilitás térnyerésével váltak¹³.

Az akkumulátor a teljesítményétől függően több cellából állhat. A lítiumion cella pozitív és negatív elektródából (anódból és a katódból) áll, amelyek között ionvezető elektrolit található. A lítiumionok szállítását ez az elektrolit biztosítja az elektródák között a töltési vagy a kisütési folyamatkor. A lítiumus energiatároló eszközök közül minden bizonnyal a legismertebbek a lítiumion-akkumulátorok, amikben az elektrolit folyékony halmazállapotú formában található meg. Az akkumulátor egy másik fontos alkotóeleme még az elválasztó, ami megakadályozza az anód és a katód közötti közvetlen érintkezést, és ezáltal akadályozza meg a rövidzárlatot. Kisütés során a lítiumionok és elektronok szabadulnak fel az anód oldalán. Az elektronok átfolynak a külső áramkörön, és elvégzik az elektromos munkát. Ezzel egy időben a lítiumionok az elektrolitfolyadékban és az elválasztón át a katódra vándorolnak. Töltés esetén megfordul ez a folyamat.

¹³ <https://pagatgold.hu/minden-amit-tudni-kell-a-li-ion-akkumulatorrol/> Letöltés dátuma: 2024.01.20.



1. sz. ábra: A lítiumion-akkumulátor cellájának működése

Forrás: http://www.mee.hu/files/files/dr_nagy_laszlo_-_litium-ion_akkumulatorok_uzemeltetesi_kerdesei.pdf Letöltve: 2023.12.04.

A rendszertől függően a lítiumion-akkumulátor szerkezete és anyaga különféle lehet. A lítium-polimer akkumulátorban az elektrolit egy polimer réteg molekulaszervezetébe van beépítve. Ez azt jelenti, hogy a külön leválasztó elhagyható. A lítium-polimer energiatároló készülékek csak kis kisülési áramot képesek generálni. A polimer réteg azonban lapos kialakítást tesz lehetővé, ezért az ilyen energiaraktárakat elsősorban mobiltelefonokban és laptopokban használják. A vékonyrétegű lítiumcella egy olyan típusú energiatároló eszköz, amelyben az elektrolitot helyettesítik egy ionvezető üveggel. Ez lehetővé teszi a lítiumfém használatát és ezáltal az energiasűrűség meglehetősen megnövekszik. Ez a technológia jelenleg is fontos részét képezi a lítium energiatároló képesség kutatásainak¹⁴.

Széleskörű elterjedésének oka többek között az, hogy a lítiumion-akkumulátorok hatékonysága a 98%-ot is elérheti, kifejezetten hosszú élettartamú (az ólomvas akkumulátoroknak például a háromszorosa), energiahatékony, energiaköltsége rendkívül alacsony, néhány óra alatt teljesen feltölthető és nem igényel különösebb karbantartást.

Jelenleg a gépjárművekben is használt akkumulátorok üzemi egyenfeszültsége a 850V-ot is eléri, elhelyezkedésük a hátsó ülés vagy a csomagtér alatt található. Mivel több száz kilót is nyomhatnak, ez azt eredményezi, hogy ezen járművek lényegesen nehezebbek a

¹⁴ <https://www.denios.hu/szolgalatasok/denios-magazin/a-litium-ion-akkumulatorok-mudodese> Letöltés dátuma: 2023.12.21.

robbanómotoros autóknál és a súlypont is máshova helyeződik, ami befolyásolhatja a beavatkozás menetét.

Tipikus jellemzőjük továbbá, hogy belső, úgynevezett öngerjesztő folyamattal égnék. Ez annyit jelent, hogy amennyiben egy akkumulátor cella felmelegszik és elkezd égni, addig generálja ezt a folyamatot, amíg a teljes cella véglegesen ki nem ég. Emiatt problémás az lítiumion-akkumulátorok oltása, ugyanis legfeljebb a lánggal való égés mértékét lehet csökkenteni, az a folyamatos hűtéssel lelassítható, de meg nem állítható. Ezen felül még így is magas rá az esély, hogy az akkumulátor ismét visszagyulladhasson.

További veszélyforrása ezen akkumulátoroknak, hogy a műszaki mentések során elvégzendő feszültségmentesítés során a pozitív és negatív töltésű vezetékek egyszerre történő megérintése súlyos áramütéshez vezethet. A feszültségmentesítés után az akkumulátor nagyfeszültségű részei nagyjából még 5-10 percen keresztül is feszültség alatt maradhatnak. Éppen emiatt a lítiumion-akkumulátorokkal összefüggésben álló káreseteket úgy kell kezelni, hogy az adott járművek potenciális nagyfeszültségű áramforrásoknak számítsanak a feszültségmentesítés bekövetkeztéig. Így az akkumulátorok szakszerű kezelése során (mind a tűzoltás és a műszaki mentés esetében) a jellegzetes közúti járművek mentésének szabályait vegyíteni kell a feszültség alatt lévő villamos berendezések alkalmával használatos beavatkozási szabályokkal.

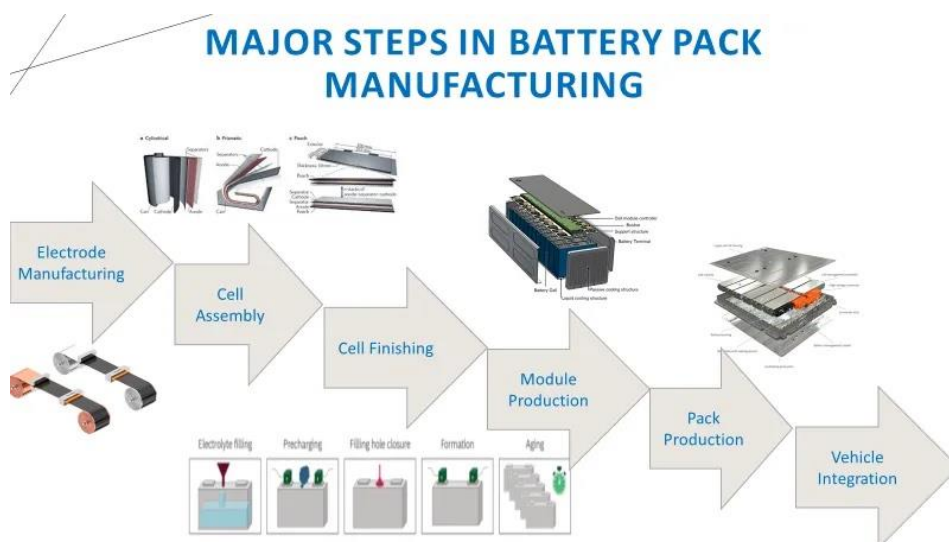
2.3 AZ AKKUMULÁTOR VESZÉLYEI MIATT ALKALMAZOTT BIZTONSÁGI MÓDOK BEMUTATÁSA

A lítiumion-akkumulátorok gyártására ma már minden országban, köztük Magyarországon is a különféle elektronikai cégek szakosodtak. A legtöbb ezzel foglalkozó gyárban létesítményi tűzoltóságot hoznak létre, kivéve abban az esetben nem előírás ez, ha a tűzszakasz méret és a számított tűzterhelés ellenére a teljes terület beépített oltórendszerrel védett. A legyártott akkumulátort nagyjából 30% töltöttségi szinten tárolják, előírások szerint 15°C körüli állandó hőmérsékletű és oltórendszerrel ellátott raktárakban¹⁵. Ennek érdekében akkumulátorokkal foglalkozó üzemek rendszerint fel vannak szerelve oltógázos oltórendszerrel, biztosítanak kézi-és hordozható tűzoltó készülékeket, valamint tűzoltó takarókat.

¹⁵ A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Tűzoltósági Főfelügyelőségével folytatott konzultációk során megismert adatok

A gyárak területén bevett szokás vízzel feltöltött tároló konténereket tartani, amikben a problémát jelentő akkumulátort elmerítik, ugyanis a víz nagy mennyiségben képes visszahűteni az akkumulátor celláit a kritikus hőmérséklet alá, ezzel megakadályozva, hogy a cellák később újramelegedjenek és visszagyulladjanak, ami egyébként a legfőbb problémák egyikét okozza az akkumulátorokkal összefüggésben álló balesetek során. Ezeket a konténereket használják akkor is, ha már a gyárakon kívül, akár közúton történik elektromos meghajtású járművekkel kapcsolatos baleset és van lehetőség arra, hogy az autót megemeljék és a konténerbe helyezték, ezzel biztosítva mind a tűz elfojtását, mind a környezetben található személyek és tárgyak védelmét.

A balesetet szenvedett lítiumion-akkumulátorral üzemelő autókat szállítani is csak ezekben a konténerekben lehetséges, kizárva azt az eshetőséget, hogy a már kiégett akkumulátor szállítás közben újra lángra kapjon. Ennek azonban hátulütője lehet, hogy habár az oltóvizet tartalmazó konténerek valóban megfelelő módszernek bizonyulnak gyári körülmények között és viszonylag könnyen, gyorsan kivitelezhető a használatuk, közúti balesetek során problémába ütközik az alkalmazásuk. Míg a gyárakban az akkumulátorokkal foglalkozó üzemek, csarnokok közvetlen közelében elhelyezhetők, és szükség esetén azonnal elmeríthető vízben a kigyulladt, meghibásodott lítiumion-akkumulátor, a baleset, káreset helyszínére szállítani a megfelelő időn belül azonban gyakorlatilag teljesen lehetetlen. Mire ez véghezvihető lenne, az adott jármű teljes mértékben kiég, így gyakorlatilag menthetetlen, tehát ezek az eszközök a gyors és hatékony beavatkozás során nem alkalmazhatóak. A későbbiekben még ezzel a módszerrel kapcsolatban is fogok számos megállapítást tenni, amik gyakorlati alkalmazáson és a tűzoltók személyes tapasztalatain alapszanak.



2. sz. ábra: Az akkumulátor cellák gyártásának legfőbb lépései

Forrás: <https://autotechnika.hu/cikkek/elektromos-hajtas/14103/hogyan-mukoedik-egy-akkumulatorgyar-es-mennyire-koernyezetszennyezo> Letöltve: 2023.09.13.

Maga a lítiumion-akkumulátor a 9-es, egyéb veszélyes szállítmányok kategóriába tartozik, ennek megfelelően kell jelölni, feliratozni és dokumentálni a szállítmányt. Jellemzően közúton történik a szállítása a gyárból a gépjárműgyártó vállalatig, a tárolásához hasonlóan szállítás közben is ugyancsak 30°C töltöttségi szinten engedélyezett a mozgatása. Légi úton történő szállítása szigorúan szabályozott és kockázatosabb lehet, emiatt ez a szállítási forma jóval kevésbé jellemző. Nagy mennyiségű lítiumion-akkumulátor mozgatását kizárólag arra képezített szakember végezheti.

A járműipar gyártósorain történő beszerelés esetén hasonló előírások jellemzőek, mint az akkumulátor legyártása során, biztosítani kell a kézi-és hordozható tűzoltó készülékeket és a tűzoltó takarókat elérhető közelségben. Lényeges eltérés azonban az, hogy az összeszerelő csarnokokban sprinkler rendszerű oltórendszert kell kiépíteni. Az oltóvízzel feltöltött konténereket ez esetben is biztosítani kell egy esetleges beavatkozás érdekében.

Az akkumulátor égése során számítani kell jelentős mennyiségű veszélyes anyag szabadba jutására, amik erősen karcinogén hatásúak is lehetnek¹⁶. Ezért a tűzoltásvezető feladata felmérni azt is, hogy az esthez szükséges-e a Katasztrófavédelmi Mobil Labor riasztását elrendelni, különösen akkor, ha a jármű elektrolitja kifolyt. Továbbá ezen veszélyes anyagok káros hatásai az elsődlegesen beavatkozó tűzoltókat érinti közvetlenül, ezért azok kivédése érdekében fontos feladat a megfelelő egyéni védelmet biztosítani.

¹⁶ A Dr. Tánczos Péter tűzoltó ezredessel folytatott konzultációkból értesülve

3. A LÍTIUMION-AKKUMULÁTOROK TÜZEINEK OLTÁSA SORÁN ALKALMAZHATÓ TECHNIKAI ESZKÖZÖK

3.1 RED BOXX KONTÉNER

Ahogy arról már korábban is tettem említést a munkám során, a lítiumion-akkumulátorokkal kapcsolatos tüzek megfékezésére rendszeresen használnak oltóvizet tartalmazó konténereket, hiszen jelen körülmények között az elárasztásos módszer tűnik a leghatékonyabb és leghosszantartóbb módszernek.

Egy német vállalat, a RED BOXX szabadalmaztatta a DIN 30 722 szabvány¹⁷ alapján megépített, görgős konténert, ami célzottan az elektromos és a hibrid meghajtású járművek elmerítésére szolgálnak tűzoltás során. A konténer hozzávetőlegesen 23 m³ űrtartalmú, hossza 6900 mm, szélessége 550 mm és magassága 1800 mm. Lenyitható, vízmentesen záródó (speciális gumi tömítésének köszönhetően saválló), rendelkezik egy 3 tonnás teherbírású hátfallal. A hátfal segítségével a járművet nem csak beemelni lehet a konténerbe, de saját kerekein akár a belevontatása is megoldható a konténer belsejébe, a hátfal bezárása után pedig a konténer elárasztható oltóvízzel (a 2.sz. képen látható folyamat).



2.sz. kép: A RED BOXX alkalmazása

Forrás: <https://opensourcelab.dfki.de/the-red-boxx-a-bathtub-for-cars/> Letöltve: 2024.01.15.

¹⁷ A fém konténerekre vonatkozó előírások szabványcsoportja

Azonban azzal kapcsolatban is tennem kellett megállapítást, hogy ugyan az elárasztásos módszer valóban eredményes és célravezető, azonban elsődlegesen az akkumulátorokkal foglalkozó gyárakban és az összeszerelő üzemekben hasznosítható igazán sikeresen, ahol a bekövetkező balesetre számítani lehet, nincs szükség a konténer nagy mértékű mozgatására, valamint ez a módszer a már kiégett jármű tárolására, szállítására is alkalmas, illetve előírt eljárás is. Azonban fontos kutatási területem az, hogy a közutakon, vagy akár parkolóban, lakóingatlanokban bekövetkezett, lítiumion-akkumulátorokkal összefüggésben álló balesetek, tüzesetek során milyen beavatkozási módszerek, taktikák és felhasznált oltóanyagok lehetnek hatékonyak, ezek közül pedig mi az, ami ismert a tűzoltói állomány számára is.

A kérdőívre beérkezett válaszok alapján pedig többféle, tapasztalatokon is alapuló javaslat érkezett, amiken mindenképpen érdemes lenne figyelembe venni a jövőben. Az oltóvízes konténerekre vonatkozóan többen is tettek ajánlásokat, ezért azt is célszerű lenne átgondolni, hogy ezeket az eszközöket hogyan lehetne alkalmasabbá tenni arra hogy a közúti balesetek során is gyorsan, hatékonyan bevethetőek lehessenek.

3.2 SZÉTHAJTHATÓ KONTÉNER

Létezik még egy, a fentihez hasonló elven működő eszköz, ami ugyancsak hatékonyan bevethető lehet az akkumulátoros járművek oltása során, ez pedig a Weber Rescue¹⁸ gyártmánya, az úgynevezett Recover-E-Bag elnevezésű termék, ami egyfajta egyszer használatos „karantén” az elektromos autók számára. Ez egy olyan ponyva, ami a jármű alá fektetve „gumimedenceként” funkcionál az oltás utáni hűtésre, illetve annak érdekében, hogy a kiégett jármű ne gyulladhasson vissza a későbbiekben. Ez lényeges információ, akárcsak a RED BOXX esetében is, a még égő autó oltása esetén nem alkalmazható, kizárólag a már kiégett gépjármű esetén. Ezen felül további pozitív tulajdonsága, hogy felfogja a szennyezett oltóvizet is. Szakítószilárdsága 3000 N, a riglik terhelhetősége 1500 kg. A gyártó nem javasolja a gépjárművek közvetlen emelését az illető anyaggal.

¹⁸ Innovatív és hatékony mentési rendszerek a tűzoltóságok és mentőcsoporthoz számára



3.sz. kép: A Recover-E-Bag jó megoldás lehet helyszűke esetén, főleg mélygarázsokban, hiszen az autó alatt átcsúsztatva is felállítható

Forrás: <https://www.vedelem.hu/hirek/0/3387-elektromos-autok-oltas-utani-hutese-%E2%80%93-hajtogathato-kontenerrel> Letöltve: 2024.01.15.

3.3 AZ AVD OLTÓANYAG

Az AVD megnevezés az Aqua Vermiculite Dispersion rövidítése, ami az anyag összetételére utal, ugyanis a nevezett anyag az vizet és vermikulitot tartalmaz¹⁹. A vermikulit egy természetes eredetű szilikát-ásvány. Kémiaileg és fizikailag semleges anyag, csak akkor bocsát ki gőzt, ha magasabb hőmérsékletnek van kitéve. Ezenkívül nincs káros hatással az emberi szervezetre, a növényekre és az állatokra. A perlithez hasonlóan őrlik, majd magas hőmérsékleten duzzasztják, így egy könnyű granulátum a végeredmény. Az egymással párhuzamosan álló szilikát-kristálypalák megnövelik az anyag felületét, ami jól megtartja a vizet. Egy meglehetősen új, forradalmi módszerről van szó, ami alkalmazható tűzoltó készülékként is, és széles körben hasznosítható fémek tüzeinek oltása során, így a lítiumion-akkumulátorok esetében is. Köd formájában alkalmazzák az akkumulátor tüzekre. A ködben lévő vermikulit részecskék lerakódnak az égő anyag felületére, és filmréteget képeznek. Az anyag azonnal megszárad, a nagy oldalarányú lemezke-részecskék átfedik egymást, és egymáshoz kötődnek, nem gyúlékony oxigént képez az üzemanyag és a légkör között. Ez a folyamat hűtő hatást gyakorol az üzemanyagforrásra, és ahogy az oltóanyagban lévő víztartalom elpárolog, a vermikulitlemezek elkezdnek felhalmozódni és a tüzet megfékezik.

¹⁹ <https://www.avdfire.com/what-is-aqueous-vermiculite-dispersion/> Letöltés dátuma: 2023. 09.10.

Magyarországon is már egyre szélesebb körben ismert és elterjedt ez a speciális anyag, ami nem csak a tűzoltóság számára érhető el, hanem tűzvédelemmel foglalkozó üzletekben egyénileg is beszerezhető a civil lakosság számára.

További érdekesség, hogy a vermikulit mentesül a REACH-szabályozás előírásai alól. A REACH²⁰ egyfajta adatbázis, ami rögzíti a különféle vegyi anyagok regisztrálásával, értékelésével, különféle korlátozásaival és az engedélyezésével összefüggésben álló előírásokat. Olyan vállalkozásoknak kell használniuk ezt az adatbázist, amik éves szinten legalább egy tonnányi vegyi anyagot állítanak elő az Európai Gazdasági Térségben (EGT), vagy hoznak be annak területére. Ez szabályozás gyakorlatilag minden vegyi anyagra vonatkozik, az ipari eljárásokban felhasznált anyagokra és a háztartási termékekre is.

3.4 AZ OLTÓLÁNDZSA MŰKÖDÉSE ÉS HASZNÁLATA

Az oltólándzsa használata már hazánkban is egyre szélesebb körben elterjedt. A MURER-Feuerschutz GmbH²¹ jóvoltából kifejlesztett e-oltólándzsa nem is olyan régen, a Hesztia Kft.²² által szervezett, 2023. május 23-án lezajlott szakmai napon került bemutatásra a nagyközönség előtt.

Ennek az eszköznek az a célja, hogy az oltóanyag közvetlenül az akkumulátor celláiba kerüljön, hogy minél kisebb oltóanyag veszteséggel lehessen dolgozni, ezért magát a lándzsát egy kalapáccsal mért ütés útján juttatják annak belsejébe a beavatkozás során. Az eddigi gyakorlatok során kifejezetten eredményesnek bizonyult és az állomány számára is közzismert szakfelszerelésről van szó, egyre több oktatást, bemutatót is tartanak ezzel kapcsolatban. Azonban az oltólándzsa alkalmazása során felmerülő problémaforrás a szűrőláng hatása, ami az akkumulátor égését jellemzi, illetve az égés közben felszabaduló mérgező gázok és gőzök, amiknek hatásait ki kell védeni. A vizsgálatok alapján azonban bizonyítottá vált, hogy az oltólándzsa hossza és az erre a célra felszerelt távtartó elem segítségével a beavatkozó tűzoltó kellő távolságból is képes hatékonyan használni az eszközt.

²⁰ Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals

²¹ Tűzvédelemmel, a tűzoltóság-technikával és a tűzoltósági felszerelésekkel foglalkozó német vállalat

²² A HESZTIA Tűzvédelmi és Biztonságtechnikai Kft. 1995-ben alakult tűz- és munka-védelmi szakcég



5. sz. kép.E-oltóláncza Balatonföldváron, forrás: Védelem Online

Forrás: <https://vedelem.hu/hirek/0/3994-e-oltolandza-balatonfoldvaron> Letöltve: 2023.10.24.

3.5 A VÍZPAJZS MŰKÖDÉSI ELVE, ELŐNYEI, ALKALMAZHATÓSÁGA

A vízpajzs, más néven ütközőlapos sugárcső ugyancsak egy egyre közismertebb bavatkozási eszköz, aminek alkalmazhatósága első sorban a szabadtéri tüzek terjedésének megakadályozása során bizonyított, illetve a sugárzott hő elleni védelem szempontjából is jelentős teljesítménnyel bír. Ezen felül a veszélyes gőzöket és gázokat is hígíthatjuk vele úgy, hogy ezen veszélyes anyagok veszélytelen mértékű koncentráció alá csökkenjenek (például az ammónia kiszabadulása során is hatékony lehet).



5. sz. kép: A vízpajzs alkalmazása

Forrás: <https://www.vedelem.hu/hirek/504/3313-a-sugarcsotipusok-fejlolese-napjainkig> Letöltve: 2023.10.24.

Használat során a hőforrás és a védelem alatt álló objektumok közé kell telepíteni. A vízfüggöny mérete hozzávetőlegesen 9 méter magas, szélessége pedig akár a 29 métert is

elérheti (C/52, 8 bar, 1100 l/perc vízáram esetén). További pozitívuma, hogy nem igényel külön kezelőt az eszköz. Több tűzoltó javasolta számomra is a vízpajzsok alkalmazását, hiszen ennek a segítségével is elérhetjük azt, hogy az égő járművet valamilyen szinten körülhatároljuk, elválasszuk az egyéb objektumoktól és a közelben tartózkodó emberi tényezőktől, amiket az elektromos tűz veszélyeztet. A hátránya kétségtelenül abban rejlik, hogy alkalmazásához meglehetősen nagy szabad terület szükségeltetik.

4. A TÉMÁBAN VÉGZETT KUTATÁS BEMUTATÁSA

4.1 A KÉRDŐÍV KÉRDÉSEINEK ISMERTETÉSE

Kutatásom során nagymértékben a pályamunkámhoz készített kérdőívre beérkező eredményekre támaszkodtam. Mivel otthoni kísérletet nagyon nehezen tudtam volna kivitelezni a témával kapcsolatban, úgy döntöttem, hogy egy húsz kérdésből álló kérdőív formájában mérem fel a készenléti jellegű szolgálatot ellátó tűzoltók tudását, akik esetleg már találkozhattak lítiumion-akkumulátoros járművekkel kapcsolatos balesetekkel, vagy ha még nem, akkor is lenne átfogó véleményük, tanácsuk arra vonatkozóan, hogyan lehetne hatékonyabbá tenni a védekezést. Illetve igyekeztem arra is fényt deríteni, mennyire érzi magát felkészültnek az állomány egy ilyen jellegű káreset során való beavatkozáskor. Kérdéseimmel az volt a célom, hogy megszólítsam mind a hivatásos, önkormányzati, létesítményi és önkéntes tűzoltókat és átfogó képet kapjak arról, hogy mik a gondolataik azoknak, akik elsődleges körben találkozhatnak a mindennapi munkavégzésük során az efféle káresetekkel. A kérdéseim többsége feleletválasztós és 1-től 5-ig terjedő Likert-skálából állt, de néhány szöveges válaszra is adtam módot, ezek azonban többnyire nem kötelezően megválaszolandó kérdések voltak és első sorban személyes véleményeket, tapasztalatokat akartam megtudni általuk.

Általános kérdésekkel kezdtem a felmérést arra vonatkozóan, hogy a kitöltők mennyi szolgálati idővel rendelkeznek, ebből hány év vonulási tapasztalatuk van, milyen beosztásban szolgálnak és milyen jellegű településen látnak el szolgálatot. Ezen kérdéseken keresztül arra próbáltam meg fényt deríteni, hogy milyen összefüggésben áll az elektromos járművekkel kapcsolatosan a fennálló nehézségek és gondok átlátása a végzettséggel és a szakmai életkorral, valamint arra, hogy milyen településeken találkozni leggyakrabban lítiumion-akkumulátorokkal összefüggésben álló káresetekkel. A továbbiakban kíváncsi voltam arra is, hogy a kérdőívet kitöltő tűzoltók a hivatásuk mellett a magánéletben is mennyire tudatosak az elektromos járműveket illetően, kihatással vannak-e a mindennapi munka során tapasztaltak és a tűzoltóság által megszerzett tudás az általános ismeretekre. Többek között akik használnak lítiumion-akkumulátorral meghajtott közlekedési eszközöket (például rollert vagy gépjárművet), tisztában vannak-e az alapvető veszélyforrásokkal, az esetlegesen felmerülő problémákkal, többek közt olyanokkal, mint az otthoni töltés során is kialakuló cellarövidzárlat eshetősége. Ide tartozik még mindemellett az is, hogy a kitöltő mennyire

ismeri általánosságban az akkumulátorokat, azoknak a működési elvét és a sérülésükből, égésükből eredő sajátosságait.

A már valóban szakmainak számító kérdéseket több szempont alapján tettem fel és három fő téma szerint csoportosíthatók.

Az egyik szempont az egyéni védőeszközök hatékonyságának felmérése volt. Ezen belül az foglalkoztatott, mi a véleményük a tűzoltóknak arról, hogy a jelenleg rendszeresített védőruházatok és légzők milyen mértékben védik meg az elsődleges beavatkozót a lítiumion-akkumulátoros járművekkel összefüggő balesetek alatt felszabaduló különféle veszélyes anyagoktól, amik közül több vegyület is maró hatású, némelyik a bőrrel érintkezve vagy belélegezve komoly károsodásokat, akár halált is okozhatnak.

A következő szempont a jelenleg rendszeresített eszközök, tűzoltási technikák értékelése. Tekintettel arra, hogy alig néhány éve lendült fel igazán az elektromos meghajtású járművek gyártása és forgalomba állítása, a védekezésre felhasznált eszközök, stratégiák kifejlesztése is még igencsak gyerekcipőben jár. Számtalan kísérletezés folyik már arra vonatkozóan, hogyan lehetne célzottan megszüntetni az akkumulátorok tüzeit: ide tartozik többek között az oltólándzsa, tűzoltó takaró, tűzoltó labda használata, illetve minden olyan eszköz, amikkel célzottan az akkumulátorba lehet juttatni az oltóanyagot. Tapasztalatok alapján ezeket a tűzoltók többsége ismeri, vagy legalább hallott már róluk, és az előzetes felméréseim, a kérdőívem létrejöttét megelőző általános megbeszélések alapján is arra a következtetésre jutottam, hogy a többség szerint jelen pillanatban ezek tűnnek a leghatékonyabb módszereknek a közúton történő káresetek felszámolása érdekében. Szabad kérdésnek meghagytam, hogy amennyiben a kitöltőnek van bármilyen javaslata azzal kapcsolatban, hogy milyen fajtájú oltóanyagot/oltóanyagokat alkalmazna a közismert típusokon kívül, rövid szöveges válaszban javaslatot adhat.

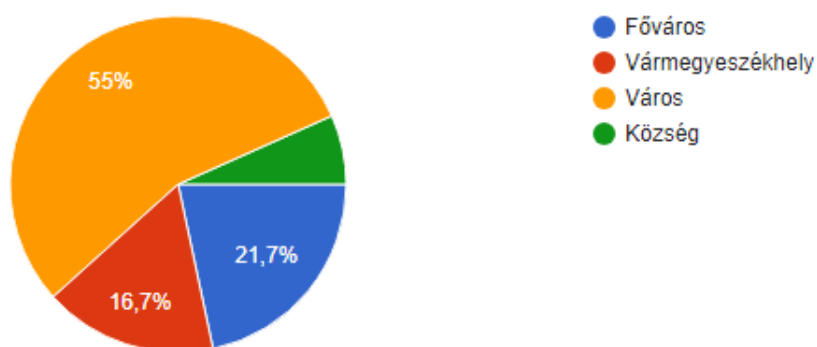
A harmadik szempont az oktatás kérdése volt. Az állomány oktatásával és felkészítésével kapcsolatban ugyanaz mondható el, mint az eszközök fejlesztése esetén, sőt, a kettő között akár még párhuzam is vonható: mivel új technológiáról van szó és kevés beavatkozási eszköznek bizonyított még a tényleges hatékonysága, nehéz egyelőre célzott felkészítést tartani a tűzoltók számára. Ennek ellenére fontos lenne, hogy legalább az eddig kipróbált és bizonyos mértékig eredményesnek bizonyuló szakfelszerelések alkalmazását, az eddig bevált taktikák tanítását biztosítsuk az állomány részére.

Fontos szempont volt számomra a témakörön belül annak a felmérése, hogy a tűzoltók szerint milyen módszerrel/módszerekkel lenne hatékonyabb a célzott felkészítés, például hányan preferálják inkább az elméleti oktatást és a külföldi példák kielemezését, és hányan szeretnék inkább saját maguk is kipróbálni a különféle eszközöket és stratégiákat kísérletezés formájában.

Természetesen arra is mindenképpen rákérdeztem, hogy a kérdőívet kitöltők közül ki az, aki közreműködött már ilyen jellegű káresetek elhárításánál, aki pedig vállalta, hogy megosztja az ezzel kapcsolatos személyes tapasztalatait, egy hosszabban kifejtendő szöveges válasz formájában meg is tehette ezt. Meglehetősen sok vélemény érkezett is ehhez kapcsolódóan, mind műszaki mentés mind tűzoltás során szerzett tapasztalatok tekintetében.

4.2 A KÉRDŐÍVRE ÉRKEZETT VÁLASZOK RÉSZLETES KIÉRTÉKELÉSE

A munkámhoz készített kérdőívre 60 tűzoltó válasza érkezett be. Ez a szám alacsonynak tűnhet, azonban ebből az adatból már önmagában le lehet vonni azt a konzekvenciát, hogy az állomány számára ez egy ismeretlen témakör és talán nem érzik azt, hogy elég tudás birtokában lennének ahhoz, hogy egy ilyen jellegű kérdőívet biztonságos szakmai tapasztalattal és háttérrel ki tudjanak tölteni. A beérkezett válaszokból azonban rengeteg érdekes és hasznos következtetés levonható, amik mindenképpen segíthetnek a szakmai fejlődés szempontjából.



3. sz. ábra: A kérdőívre válaszoló tűzoltók szolgálati helyének típusai települési formákra lebontva

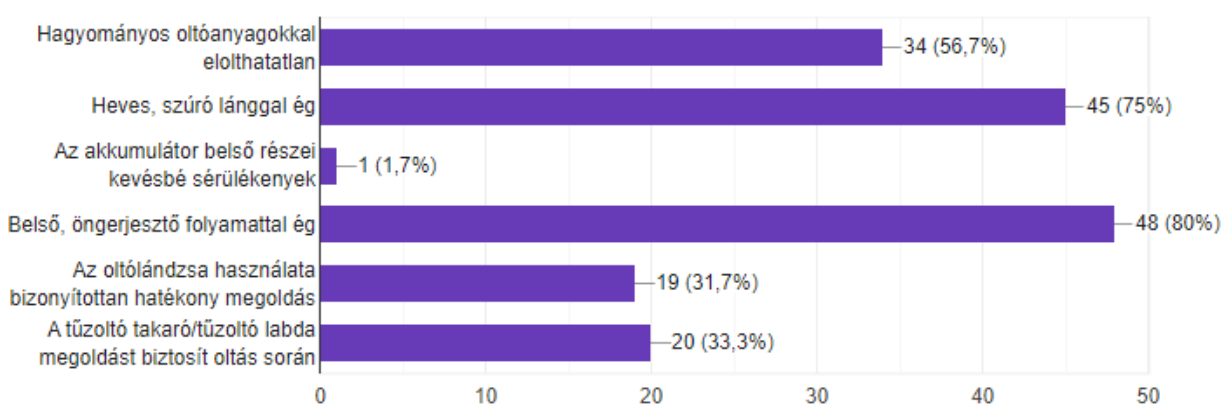
Forrás: A szerző saját kutatása

A válaszadók 31,7%-a (19 fő) legfeljebb 5 éve, 15%-a (9 fő) 6-10 éve, 8,3%-a (5 fő) 11-15 éve, 26,7%-a (16 fő) 16-20 éve és 18,3%-a (11 fő) pedig több, mint 20 éve szolgál tűzoltóként. A túlnyomó többség (55%-ban) városban lát el szolgálatot, azonban a fővárosiak (21,7%-ban) és a vármegyeszékhelyiek (16,7%-ban) száma is jelentős.

A válaszolóknak mindössze 6,7%-a teljesít önkéntes szolgálatot valamely községben. Akadtak ezek között olyan válaszadók, akik pedig létesítményi tűzoltóként tevékenykednek.

Általánosságban elmondható, hogy a tűzoltók tisztában vannak az akkumulátorok működési elvével, tulajdonságaival kapcsolatban és felismerik az akkumulátorokkal összefüggésben álló balesetekből eredő problémákat. Jelentős százalékban nyilatkozták azt is, hogy tudatában vannak a lítiumion-akkumulátor égése során felszabaduló veszélyes anyagok egészségre gyakorolt hatásainak, így feltételezhetjük, hogy ez irányú oktatásban már az állománynak egy jelentős része részesült.

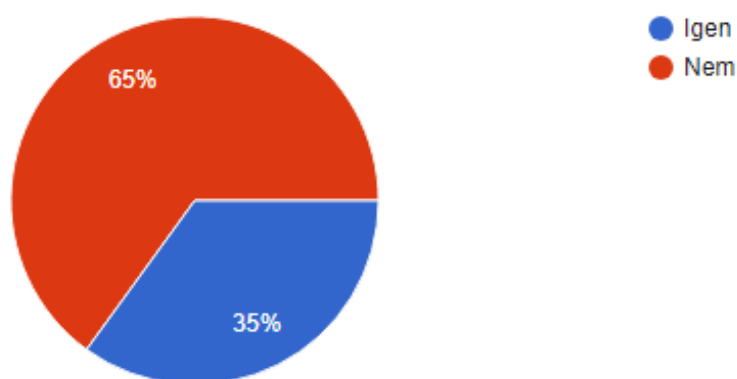
A válaszolóknak csupán 18,3%-a (11 fő) rendelkezik lítiumion-akkumulátorral üzemelő közlekedési eszközzel, első sorban személygépjárművel vagy elektromos rollerrel. Ugyanekkora arányuk ráadásul nem tart a spontán cellarövidzárlattól, amik között összefüggést is lehet megállapítani. Ennek ellenére mindössze a válaszadók 5%-a tartja teljes mértékben biztonságosnak az akkumulátoros járművek töltését zárt térben. Általánosságban megállapítható, hogy a tűzoltók a magánéletükben is tudatosak az elektromobilitás témakörével kapcsolatban és tisztában vannak azzal, hogy a lítiumion-akkumulátorok bármiféle nagyobb baleset hatásának hiányában is veszélyforrást jelenthetnek.



4. sz. ábra: a válaszadók alapvető ismeretei az akkumulátorok okozta tüzek oltásával kapcsolatban

Forrás: A szerző saját kutatása

A kérdőívet kitöltő tűzoltók viszonylag nagy arányban vettek már részt lítiumion-akkumulátorral működő jármű tűzoltásánál, műszaki mentésénél (a válaszadók 35%-a, 21 fő). Természetesen a kutatásomnak igencsak jelentős részét az ő személyes tapasztalataik, az azok alapján adott rövid beszámolók adták.



5. sz. ábra: A válaszadók részvételi aránya lítiumion-akkumulátorral működő jármű balesetei során

Forrás: A szerző saját kutatása

Az egyik legsúlyosabb probléma, amivel kapcsolatban felhívta a figyelmemet sok válaszadó is, hogy az elektromos járműveken számtalan esetben nincs megfelelően feltüntetve az feszültségmentesítési pont, illetve azoknak a kialakítása nem egységes, típusonként változik. Így azok a tűzoltók, akik nincsenek tisztában a különféle autómárkák akkumulátorainak egyéni jelzéseivel, problémába ütközhetnek a műszaki mentések során kötelező jelleggel elvégzendő feszültségmentesítési munkálatok során. A folyamat megkönnyítése érdekében javasolták többen is az egységes kialakítást (ezen változtatás nemzetközi szinten is megfontolandó lépés lenne, nem csak hazai szinten), ami nagy mértékben meggyorsíthatná a gyors, szakszerű és biztonságosabb eljárást. Ezen felül a 12V-os akkumulátort külön kell áramtalanítani, amihez hogyha szükséges megemelni a járművet, számolni kell azzal, hogy az akkumulátor miatt a jármű súlya is jóval nagyobb. Az itt felsorolt megállapítások alapján elmondható, hogy a feszültségmentesítés folyamata a megszokotthoz képest jóval körülményesebb és nagyobb odafigyelést igényel, mint azt egy robbanómotoros jármű során megszokhatták a tűzoltók.

További megállapítás volt azok részéről, akik vettek már részt lítiumion-akkumulátorral működő járművekhez kapcsolódó káresetek elhárításában, hogy a hagyományos

oltóanyagokkal történő oltás nagyon hosszadalmas, az egyik válaszadó beszámolója szerint a tűzoltás 9 órát vett igénybe, a tűz újra és újra visszalobbant ez idő alatt. Ezen felül nem túl költség-és energiahatékony és rengeteg kockázati tényező is szerepet játszik, amik megnehezíthetik a gyors és eredményes beavatkozást. Például amennyiben nem égett ki az akkumulátor összes cellája, nagyobb eséllyel fog az visszagyulladni a későbbiekben, akár még az oltóvízes konténerben történő elmerítés és a szállítás előtt. Tapasztalatok alapján a víz sok esetben csak a károkat növeli, elárasztja a gépjármű belsejét, illetve a hab is csak ideig-óráig elfojtja a lángokat. A tűzoltók többsége arról nyilatkozott, hogy véleményük szerint a jelenleg használatos eszközök fő célja mindenek előtt a jármű környezetének védelme, a tűz továbbterjedésének megakadályozása, nem pedig a keletkezett tűz eloltása. Ezen okból kifolyólag felmerülhet a gondolat, hogy vajon mennyire éri meg menteni azt a járművet, ami az akkumulátor égésének sajátosságaiból adódóan minden oltási taktika ellenére előbb vagy utóbb teljesen ki fog égni, illetve már csak a konténerben történő elmerítésnek köszönhetően is jelentős vízkár keletkezik, a jármű már gyakorlatilag menthetetlenné válik. Természetesen az elsődleges és legfontosabb feladat a tűzoltóság részéről az emberi élet mentése, azonban ehhez a művelethez is mindenképpen biztosítani kell a megfelelő körülményeket. Erre kiváló megoldást nyújthatnak az úgynevezett tűzoltó takarók, amik könnyen és gyorsan alkalmazhatók a káresetek során.

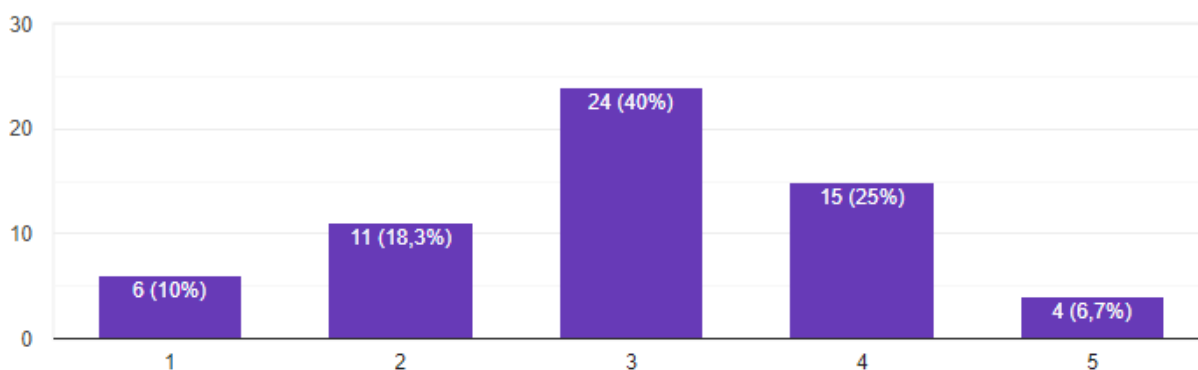
A kérdőívre válaszolók közül is több fő ajánlotta ezt a módszert, ami nem meglepő, hiszen Magyarországon is egyre nagyobb népszerűségnek örvendenek és hazai körökben is kezd már ez egy elterjedt oltási formává válni. Sajnálatos módon ezek az eszközök sem biztosítanak megoldást az akkumulátorok tüzeinek végleges megfékezésére, azonban a tűzoltó takaró segítségével lefedhető az égő jármű úgy, hogy akadályozva legyen az oxigén utánpótlása és lehűti az égő anyagot. Ennek segítségével a tűzoltók akár 5-10 percet is nyerjenek annak érdekében, hogy a közvetlen környezetében az életet, testi épséget és anyagi javakat mentse. Negatívuma ennek a módszernek az, hogy amint a takaró lekerül a járműről, a tűz hirtelen belobban a hirtelen nagy mennyiségű oxigénnel való érintkezésnek köszönhetően, amire minden esetben számítani kell és a kivédésére ugyancsak fel kell készülniük a beavatkozóknak.

Számtalan további javaslat érkezett ahhoz kapcsolódóan, hogy a beavatkozó állomány szerint milyen szakszerezésekkel és módszerekkel lehetne megkönnyíteni a káresetek hatékony felszámolását. Sokan ajánlották többek között a vízzel feltöltött konténerek használatát szélesebb körben, amikkel kapcsolatban célszerű lenne arra törekedni, hogy azok a lehető

leggyorsabb úton a helyszínre szállíthatók legyenek, akár erre a célra fejlesztett szerek, tehergépjárművek formájában.

Mivel jelen pillanatban ez tűnik végleges megoldásnak a tűzoltás szempontjából, meggondolandó lenne nagyobb hangsúlyt fektetni arra, hogy ezeket az eszközöket hogyan lehet gyorsan, hatékonyan szállítani és országszerte mekkora mennyiségben lenne rájuk szükség. További ötlet volt még a tűz körülhatárolása és felügyelet melletti elégetése. Ez esetben azonban ugyancsak szükségszerű lenne a konténerek alkalmazása a kiégett jármű elszállítása érdekében, illetve további problémát jelentene az a tényező is, amennyiben az égő jármű nem szabadtéren található, vagy más egyéb környezeti tényezők is akadályoztatják a megfelelő körülhatárolást és felügyelet alatti égetést. Például hazánkban a legtöbb mélygarázst még mindig igénybe lehet venni tisztán elektromos és hibrid gépjárművekkel, így ez plusz rizikó faktort jelent a tűzoltás szempontjából.

Ezen felül több szavazat érkezett a feljebb is említett tűzoltó takarókra és az oltólándzsákra, valamint az általam már korábban is bemutatott AVD oltóanyag fecskendőkön történő elhelyezését is szép számmal szorgalmazták. Továbbá annak szélesebb körű ismertetése is fontos feladat lenne, hiszen a válaszolók 46,7%-a nem ismeri még ezt a típusú oltóanyagot. Ellenben pontosan ugyanekkora arányú tűzoltó szerint ez igencsak hatékony módszernek számít, és előrébb helyezik, mint például az ABC porral oltók vagy a szén-dioxidos tűzoltó készülékek eredményességét. A túlnyomó többség (a válaszadók 85%-a) ráadásul arra tette le a voksát, hogy a különféle oltóanyagokat kombinálnák a hatékonyabb tűzoltás érdekében, ebbe a kombinációba az AVD oltóanyag is hatékonyan bevonható módszer lenne.



6. sz ábra: A válaszadó tűzoltók felkészültségi szintje egy elektromos jármű baleseténél történő beavatkozása alkalmával

Forrás: A szerző saját kutatása

A felmerülő problémák szakszerű kezelésének hatékonysága az oktatás témakörében is keresendő, hiszen hiába alkalmazunk különféle speciális szakfelszereléseket, hogyha az állományt nem készítjük fel megfelelően azok használatára. A válaszadók 53,3%-a vett már részt a témához kapcsolódó oktatáson, ám ennek ellenére nagyon megosztó, mennyire érzik magukat felkészültnek egy ilyen jellegű káresetnél való beavatkozáshoz, de a válaszokból kikövetkeztethető, hogy sokan bizonytalanok még ezzel kapcsolatban. Fontos lenne ezért minél nagyobb hangsúlyt fektetni erre a témakörre és a tűzoltóságokon minél több oktatást tartani (hivatásos, önkormányzati, létesítményi és önkéntes tűzoltóságok esetében is).

A kérdés során, amelyben arra voltam kíváncsi, hogy milyen módokon szeretnék fejleszteni tudásukat a témával kapcsolatban, egy válaszadónak több válaszlehetőséget is hagytam, így kiderült, hogy mindenki igencsak különféle úton szeretne újabb tapasztalatokhoz jutni.

A válaszlehetőségek között szerepelt az új oltóanyagokkal és eszközökkel kapcsolatban az ismeretszerzés és azok kipróbálása, ami 75%-kal a legmagasabb szavazati arányt kapta. Jelentős számban végeznének előszeretettel hazai kísérleteket, illetve tanulmányoznának külföldi kísérleteket és stratégiákat. Egyértelmű lehet a megállapítás, hogy a tűzoltók számára nem csak az elméleti ismeretek megszerzése a fontos, sokkal inkább szeretnének kézzel fogható tapasztalatokat begyűjteni. Így akár egy-egy szerelési gyakorlat alkalmával is lehetne olyan jellegű feladatokat végezni, amik a lítiumion-akkumulátoros káresetekkel állnak összefüggésben.

5. A KÁRESETEK SORÁN FELLÉPŐ NEHÉZSÉGEK ÉRTELMEZÉSE PÉLDÁKON KERESZTÜL

5.1 A KÜLFÖLDI KÍSÉRLET EREDMÉNYEINEK ELEMZÉSE

Lehetőségem adódott konzultációk keretében ismeretet szerezni egy külföldön elvégzett kísérlettel kapcsolatban. A konzultációkat Dr. Tánczos Péter tűzoltó ezredessel, a szlovákiai Tűzoltó-és Műszaki Mentő Szolgálat Főigazgatóságának főigazgató-helyettesével folytattam, aki ismertette velem az általuk elvégzett kísérlet menetét, személyes tapasztalatait osztotta meg velem és tájékoztattott a különféle szakfelszerelések alkalmazhatóságaival kapcsolatban.

Maga a kísérlet Galántán került lebonyolításra, a résztvevők mind a helyi tűzoltók közül kerültek ki.

A kísérletet végzők egy 45 fokban oldalára döntött, tisztán elektromos meghajtású járművet oltottak. A tűzoltás során egy úgynevezett Cobra típusú oltólándzsát használtak. Ez a fajta oltólándzsa olyan szempontból számít különlegesnek, hogy nem egy kalapács és mechanikus ütés által juttatható az oltóanyag az akkumulátor belsejébe, ahogyan azt a már feljebb is említésre került e-oltólándzsa esetében alkalmazzák, hanem a vékony vízsugárban az abban található apró, homokos szemcsés anyagnak és a generátor által produkált magas nyomásnak (hozzávetőlegesen 4-8 mPa nagyságú nyomás) köszönhetően vágja át a jármű padlólemezét vagy az alját. Az oltóanyag ezáltal kerül koncentráltan az akkumulátor cellák belsejébe. Így a 850 Celsius fokon égő járművet mindössze öt percen belül sikerült körülbelül 40 Celsius fokra lehűteni. Ehhez meglepően kevés, hozzávetőlegesen 300-400 liter oltóanyag elegendőnek bizonyult, ezért állíthatjuk azt, hogy egy meglehetősen költséghatékony kivitelezési formáról van szó, valamint magát a járművet is lényegesen kisebb vízkár éri bármelyik másik oltási taktikához viszonyítva²³.

Teljes mértékben azonban ezzel a módszerrel sem oltható el úgy az akkumulátor tüze, hogy az végleges megoldást nyújthasson és ne melegedjenek, gyulladjanak vissza a cellák. Ezek az adatok pontosan mutatják azt, hogy habár teljes mértékben nem szüntethető meg az égés folyamata, azonban az égő jármű kifejezetten kevés oltóanyag felhasználásával nagy mértékben hűthető, a folyamata lelassítható és jelentős idő nyerhető vele a további mentési feladatok elvégzése érdekében egészen addig, amíg a kiegészítő jármű elszállítására nem érkezik egy oltóvizet tartalmazó konténer. Ezért megállapítható az, hogy a fókusznak kezdetben első

²³ A Dr. Tánczos Péter tűzoltó ezredessel folytatott konzultációkból értesülve

sorban az időnyerésre kellene helyeződnie. Amiatt lényeges erre koncentrálni, mert a beavatkozó tűzoltói állomány elsődlegesen a közutakon találkozik a lítiumion-akkumulátorok okozta oltási nehézségekkel, ahol rendszerint nem áll rendelkezésre sok idő a lángok megfékezésére.

Egy robbanómotoros személyautó kétharmada is már mindössze 10 perc alatt kiég, a nagy méretű akkumulátor égésének sajátosságai pedig csak tovább ronthatnak ezen az arányon. Általánosan jellemző továbbá az is, hogy a közutakon és a parkolóknak számtalan egyéb tényezőt is veszélyeztet egy tüzeset, mind emberi életet-és biztonságot, egyéb járműveket és ingatlanokat. Ebből a szempontból is nagyon jó megoldást nyújt a kísérlet során teszt alá vetett oltási taktika.

5.2 AZ ELEKTROMOS TECHNOLÓGIÁVAL MŰKÖDŐ TÖMEGKÖZLEKEDÉSI ESZKÖZÖK PROBLÉMÁJA

További nagykihívást jelenthet a tűzoltók számára nem csupán a személygépjárművekkel és elektromos rollerekkel kapcsolatos káresetek, de nemrégiben egyre gyakoribbá vált elektromos buszok balesetei által fellépő problémák is²⁴. Hazánkban már Budapesten is használatba lettek állítva ilyen típusú tömegközlekedési eszközök 2015-től kezdve, ezek a járművek ráadásul már tisztán elektromos meghajtásúak, Modulo típusúak. Jelenleg körülbelül 50 darab ilyen busz található a fővárosi utakon. Különösen nagy veszélyt jelent a zsúfolt belvárosban kialakuló esetleges dugókban, amely körülmények egyébként is nagyban megnehezítik a tűzoltást, műszaki mentést, hiszen a balesetet szenvedett jármű nehezen megközelíthető, az emberek kimenekítése számtalan problémába ütközhet. Ilyen esetben általában már nem elegendő a kézi tűzoltó készülékek használata a kezdeti tűz megfékezéséhez, az elsődleges fókusz a tűzoltók gyors kiérkezésén és a szakszerű kárelhárításon kell, hogy legyen.

²⁴ A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Tűzoltósági Főfelügyelőségével folytatott konzultációk során megismert adatok



7. sz. kép: A Budapesten futó Modulo típusú autóbusz

Forrás: https://omnibusz.blog.hu/2017/02/03/hiaba_vart_midi Letöltve: 2024.01.18.

A Budapesten is használatos Modulo típusú elektromos buszok általános jellemzője, hogy a járművek alvázán és azok hátulján öt darab tálcán, tálcánként 16 darab modul (ebből egy-egy tálcá az autóbusz ülései alatt két oldalon, három darab pedig a motortérben) található, amelyek össztömege közel 5000 kg, az akkumulátortelep névleges feszültsége pedig a 600V-ot is eléri.

A jármű karosszériája egyfajta kompozit anyag, ami egybefoglalva „gyűrűszerűen” tartalmazza az busz oldalait, az alját, illetve a tetejét. A kialakított „gyűrűket” ragasztással összeillesztik, amivel kialakul a jármű végleges formája. A karosszéria, amit így állítanak elő, homogén, ellenáll a korróziónak és rendkívül erős. A üvegszál rétegek közötti, belső anyag habosított műanyag.

Ahhoz, hogy ezen közlekedési eszközök tüzeit hatékonyabban kezeljük, a Budapesti Közlekedési Vállalattal is együttműködve érdemes a megoldást megkeresni, hogy az autóbuszokba lehetséges legyen beépített oltórendszereket is kialakítani. Ezek ugyan önmagukban nem jelentenek megoldást a fennálló problémákra, de a tűz egy mértékkel könnyebben kontrollálható addig, amíg a kirendelt tűzoltó egységek a helyszínre nem érkeznek és megkezdhetik a szakszerű beavatkozást.

Ezt az együttműködést nagyban előrelendítette egy sajnálatos eset, ami 2017. júliusában következett be egy budapesti buszgarázs szerelőcsarnokában, amikor is egy szerelő aknán álló elektromos autóbusznak a bal oldali akkumulátortárolójában lángra kaptak az akkumulátorok. Mielőtt a tűzoltók kiérkeztek, a szerelőcsarnok dolgozói kézi porral-oltó készülékekkel

igyekeztek megfékezni a keletkezett tüzet, ám próbálkozásuk kudarcba fulladt, ugyanis az akkumulátorok vissza-visszagyulladtak több alkalommal is. A teljes csarnok füsttel telítődött, de szerencsés módon minden dolgozó még idejében elhagyta a helyiséget. A tűzoltásvezető iránymutatásai alapján a felderítés megkezdődött, aminek során megállapítást nyert, hogy a jármű oldalsó peremén található akkumulátortelep izzásba kezdett, ez eredményezte a balesetet. További gondot jelentett, hogy a sérült modult nem lehetett egykönnyen eltávolítani.

A helyszínre a Katasztrófavédelmi Műveleti Szolgálatot is riasztani kellett. A KMSZ végül elrendelte egy nehéz-habsugár, illetve egy védősugár szerelését, hogy annak segítségével hűtsék tovább az égő akkumulátort. Nagyjából fél óra alatt sikerült a telepet visszahűteni 100 Celsius fok alá, valamint a 16 darab modult egymáshoz kapcsoló vezetékeket is sikerült szétszedni, ezáltal a füstölés is megszűnt. A közel 450 kilogramm súlyú telepet egy targoncához kötve sikerült kivontatni a jármű oldalából, majd elszállítani a biztonsági előírásoknak megfelelően. Az esetet tűzvizsgálat követte melynek során kiderült, hogy az egyik modul a csere során a sarkára esett, így az egyik cellát mechanikai sérülés érte, ami a hőtermelő folyamat elindulásához vezetett. Ebből a példából is világosan látható, hogy bármilyen, az akkumulátort ért egészen aprónak tűnő sérülés is visszafordíthatatlan folyamatokat indíthat el annak belsejében, ennek esélye pedig egy közlekedési baleset során értelemszerűen hatványozottan megnövekszik.

6. ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATOK

A dolgozatomban során igyekeztem a vizsgált témát a lehető legtöbb és legátfogóbb módon megközelíteni, minél több forrást feldolgozni, kísérleteket kielemezni és egyéni kutatás útján ismeretekhez jutni a beavatkozó állomány tapasztalatai által.

A megvizsgált adatok és mind az elsődleges, illetve másodlagos tapasztalatok eredményeként az a megállapításom, hogy egy rohamosan fejlődő, egyre szélesebb körben elterjedt technológiáról van szó, azonban a negatív hatásainak leküzdéséhez még fel kell zárkózni tűzoltói beavatkozási szempontból, ez pedig nem csak hazai, de nemzetközi szintű érdek lenne.

A kutatási módszeremként alkalmazott kérdőívre beérkezett válaszok alapján ugyan akadtak olyan tűzoltók, akik vettek már részt ilyen jellegű kéreseményeknél, azonban a döntő többségnek még nincsen ezen a téren személyes tapasztalata, így ők csak legfeljebb gyakorlatok során találkozhattak eddig a lítiumion-akkumulátorok tűzoltásának, műszaki mentésének stratégiájával és a használandó eszközök alkalmazási lehetőségeivel.

Mindenképpen nagy pozitívummal szolgál az, hogy a válaszadók többsége vett már részt erre irányuló oktatáson, de talán nem lehet eléggé hangsúlyozni annak fontosságát, hogy ezeket a képzéseket, gyakorlatokat minél rendszeresebbé kellene tenni, hiszen az elektromobilitás térhódításának hatására egyre nagyobb rá az esély, hogy még több tűzoltó fog szembetalálkozni a beavatkozások során felmerülő problémákkal. Számomra nagy pozitívumként hatott az is, hogy a tűzoltók többsége kielégítő mértékben tisztában van az akkumulátorok általános működésével, azok veszélyeivel kapcsolatban és a magánéletükben is tudatosak az elektromos eszközök használatát, töltését illetően.

Feltételezésem továbbá, hogy a jelenleg alkalmazott tűzoltási módszerek elsődleges célja az akkumulátorok égésének késleltetése, lassítása, valamint a közvetlen környezet, emberi élet mentésének és védelmének biztosítása. Magára a tűz végleges, helyszíni eloltására azonban gyakorlatilag nincs lehetőség az akkumulátorok égésének sajátosságaiból adódóan, mindemellett igencsak hosszadalmas, költséges és nagy emberi erőt igénylő megoldások a jelenleg alkalmazott módszerek. Éppen emiatt lehet érdemes azon elgondolkodni, hogy stratégiai szempontból mire fektessük a legnagyobb hangsúlyt, a tűzoltói erőket és az oltóanyagot, hiszen sok esetben érdemes lenne inkább a védelemre koncentrálnunk. Mindemellett erősen indokolt volna a beavatkozás során alkalmazandó szakfelszerelések eszközparkját bővíteni és új, akár külföldről behozott technológiákat tesztelni, azokat az

állománnyal is megismertetni mind elméleti, mind pedig gyakorlati oktatások keretében. A kérdőívem válaszadói közül a túlnyomó többség ismeri például az AVD oltóanyagot, az oltóvízes konténereket, oltólándzsákat és tűzoltó takarókat, továbbá sok javaslat érkezett arra vonatkozóan, hogy még milyen egyéb szakfelszereléseket, oltóanyagokat lehetne alkalmazni, ezen felül milyen egyéb fejlesztéseket ajánlanak a tűzoltásokra és műszaki mentésekre vonatkozóan is.

A téma aktualitása miatt mindenképpen javasolnám az imént felsorolt tényezők rendszer szintű fejlesztését és továbbgondolását. Mindemellett nem tartom kizártnak, hogy a későbbiekben én magam is végezzek kutatásokat, elemzéseket a technológiával kapcsolatban, hiszen egy napjainkra nagyon fontossá vált, érdekes és izgalmas témakör, amivel a hatékony kárelhárítás szempontjából feltétlenül érdemes sokat foglalkozni.

Irodalomjegyzék

JOGSZABÁLYOK, BELSŐ SZERVEZETSZABÁLYOZÓ(K)

- 1) 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- 2) 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról
- 3) 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól
- 4) 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi 6/2016 (I.24.) BM OKF utasítás a műszaki mentési szabályzatról Letöltés dátuma:
- 5) Tűzvédelmi műszaki irányelvek <https://katasztrofavedelem.hu/213/tuzvedelmi-muszaki-iranyelvek> Letöltés dátuma: 2024.02.03.

SZAKCIKKEK

- 1) Laczik Balázs: Polgári és katonai repülőgépek tűzoltásának taktikája, követelményei, módszerei, eszközei, Repüléstudományi Konferencia 2011, Szolnok
Repüléstudományi közlemények 23. évfolyam 2. szám (2011. április 15)
https://epa.oszk.hu/02600/02694/00055/pdf/EPA02694_rtk_2011_2_Laczik_Balazs.pdf Letöltés dátuma: 2023.10.24.
- 2) Kocsis Szürke Szabolcs-Somogyi Huba, Szakállas Gábor, Szeli Zoltán: Városi elektromos kis autóban alkalmazott lítium-ion akkumulátorok töltés kiegyenlítő és felügyeleti rendszerének fejlesztése Innováció és Fenntartható Felszíni Közeledés konferencia 2014 – Budapest, 2014. augusztus 25-27
<https://mmaws.bme.hu/2014/pages/program/papers/19.pdf> Letöltés dátuma: 2023.10.20.
- 3) Kuti Rajmund, Zólyomi Géza: A tüzesetek során képződő füst veszélyei, VÉDELEM TUDOMÁNY: Katasztrófavédelmi online tudományos folyóirat 3: (2) pp. 67-76.
Letöltés dátuma: 2023.10.20.
- 4) Kőházi Kis Ambrus: Lítium-akkumulátorok vizsgálata, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XIX. Kolozsvár 2014. március 20-21.
<https://www.researchgate.net/profile/Ambrus-Kohazi-Litium-publication/337308561>

[akkumulatorok_vizsgalata/links/5e6f4979299bf12e23c9fd1a/Litium-akkumulatorok-vizsgalata.pdf](https://akkumulatorok.vizsgalata/links/5e6f4979299bf12e23c9fd1a/Litium-akkumulatorok-vizsgalata.pdf) Letöltés dátuma: 2023.11.03.

ONLINE CIKKEK

- 1) Rácz Tamás: Elektromos autó töltése otthon: mennyivel olcsóbb, mint a nyilvános töltők, 2020.05.27 <https://raketa.hu/elektromos-auto-toltes-otthon> Letöltés dátuma: 2024.01.10.
- 2) Dr. Nagy László: Lítium-ion akkumulátorok üzemeltetési kérdései, Magyar Elektrotechnikai Egyesület, http://www.mee.hu/files/files/dr_nagy_laszlo_-_litium-ion_akkumulatorok_uzemeltetesi_kerdesei.pdf Letöltés dátuma: 2023.12.04.
- 3) Küllei Károly: Hogyan működik egy akkumulátorgyár? És mennyire környezetszennyező? Autotechnika magazin, 2023, <https://autotechnika.hu/cikkek/elektromos-hajtas/14103/hogyan-mukoeidik-egy-akkumulatorgyar-es-mennyire-koernyezetszennyezo> Letöltés dátuma: 2023.09.13.
- 4) Analía Valderrama-Meiner The Red Boxx – a bathtub for cars, 2019. július 22, Open Source Lab, <https://opensourcelab.dfki.de/the-red-boxx-a-bathtub-for-cars/> Letöltés dátuma: 2024.01.15.
- 5) Elektromos autók oltás utáni hűtése – „hajtogatható konténerrel”, Védelem Online, Hírek rovat 20221. augusztus 12, <https://www.vedelem.hu/hirek/0/3387-elektromos-autok-oltas-utani-hutese-%E2%80%93-hajtogathato-kontenerrel> Letöltés dátuma: 2024.01.15.
- 6) E-oltólándzsa Balatonföldváron, Védelem Online Hírek rovat, 2023.szeptember 14, <https://vedelem.hu/hirek/0/3994-e-oltolandzsa-balatonfoldvaron> Letöltés dátuma: 2023.10.24.
- 7) Sugárcső fejlődése napjainkig, Védelem Online Hírek rovat, 2021.május 11. <https://www.vedelem.hu/hirek/504/3313-a-sugarcsotipusok-fejlotese-napjainkig> Letöltés dátuma: 2023.10.24.
- 8) Omnibusz blog, 2017. február 3. https://omnibusz.blog.hu/2017/02/03/hiaba_vart_midi Letöltés dátuma: 2024.01.18.
- 9) Villamos hálózatok, berendezések tüzeinek oltása 2019.augusztus 15, <https://www.langlovagok.hu/7190/villamos-halozatok-berendezesek-tuzeinek-oltasa/> Letöltés dátuma: 2023.12.11.
- 10) Országos Tűzmegeelőzési Bizottság kiadvány: A villamos energia által okozott tüzesetek megelőzése

- <https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2019-09/64074.pdf> Letöltés dátuma: 2023.12.11.
- 11) Kollár Tamás: Tűzoltópanasz az elektromos autókra: sok idő és víz kell az oltáshoz, Autószeaktor magazin, 2021. augusztus 30.
<https://www.autoszeaktor.hu/hu/content/tuzoltopanasz-az-elektromos-autokra-sok-ido-es-sok-viz-kell-az-oltashoz> Letöltés dátuma: 2023.11.29.
- 12) Dr. Rónay P. Tamás: A lítium jelenti a jövőt? Vannak hátrányai is a használatának? 2021. augusztus 4. <https://xforest.hu/litium/> Letöltés dátuma: 2023.09.02.
- 13) Magyar Péter: Akkumulátor technológia: lítium alapú akkumulátorok 2018. május 30
<https://villanyautosok.hu/2018/05/30/akkumulator-technologia-litium-alapu-akkumulatorok/> Letöltés dátuma: 2023.12.12.
- 14) Li-ion akkumulátorok oltása, maxFire tűzvédelem blog
<https://www.tuzoltokeszulek.com/Li-ION-akkumulatorok-oltasa> Letöltés dátuma: 2024.01.13.
- 15) Lítium.ion akkumulátorok működése DENIOS Magazin
<https://www.denios.hu/szolgalatasok/denios-magazin/a-litium-ion-akkumulatorok-mudodese> Letöltés dátuma: 2023.12.21.
- 16) Minden, amit tudni kell a Li-Ion akkumulátorról, PagátGold blog 2022. július 7.
<https://pagatgold.hu/minden-amit-tudni-kell-a-li-ion-akkumulatorrol/> Letöltés dátuma: 2024.01.20.
- 17) LI-ION és akkumulátorok tüzeinek veszélyei és megelőzése 2020. augusztus 19.
<https://www.ujotsz.hu/li-ion-es-akkumulatorok-tuzeinek-veszelyei-es-megelozese/>
Letöltés dátuma:
- 18) Lítium akkumulátor tüzeinek oltása, Phoenix Global <https://phoenix-global.hu/ujdontsagok/> Letöltés dátuma: 2023. 09.10.
- 19) Elektromos akkumulátortűzhöz e-oltólandzsa, Védelem Online Hírek rovat, 2023. június 9. <https://vedelem.hu/hirek/0/3916-elektromos-akkumulatorotuzhoz-e-oltolandzsa> Letöltés dátuma: 2023.10.24.
- 20) What is Aqueous Vermiculite Dispersion (AVD) <https://www.avdfire.com/what-is-aqueous-vermiculite-dispersion/> Letöltés dátuma: 2023. 09.10.
- 21) Vegyi anyagok regisztrálása az EU-ban (REACH rendelet) Your Europa (Az EU hivatalos portáljához tartozó weboldal) https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/chemicals/registering-chemicals-reach/index_hu.htm Letöltés dátuma: 2024.01.19.

22) Bíró Balázs: Új megállapodás született 2035 ügyében 2024. február 21.

<https://villanyautosok.hu/2023/03/27/uj-megallapodas-szuletett-2035-ugyeben/>

Letöltés dátuma: 2024.01.28.

23) Li-ion akkumulátoros gépjárművel tűzoltástaktikája, Védelem Online Hírek rovat,

2022. február 11. [https://www.vedelem.hu/hirek/0/3540-li-ion-akkumulatoros-](https://www.vedelem.hu/hirek/0/3540-li-ion-akkumulatoros-gepjarmuvek-tuzoltastaktikaja)

[gepjarmuvek-tuzoltastaktikaja](https://www.vedelem.hu/hirek/0/3540-li-ion-akkumulatoros-gepjarmuvek-tuzoltastaktikaja) Letöltés dátuma: 2023.11.06.