

Papp Csenge,¹ Kersák József²

Közúti járművekben keletkezett tüzek okai

Fire Causes in Road Vehicles

Absztrakt

Napjainkban a mobilitás egyre nagyobb teret nyer, így egyre többen vesznek részt a közúti közlekedésben is. Emiatt a közlekedéssel összefüggő balesetek és tüzesetek száma is növekszik. Ebben a cikkben a közúti járműtüzek keletkezési okait vizsgáljuk, ami összetett kérdéskör, mivel a járművek üzemeltetése és az esetleges közlekedési balesetek során is bekövetkezhetnek tüzesetek. Az egyre szigorodó biztonsági és környezetvédelmi követelmények miatt folyamatosan átalakul a járművek tűzbiztonsága, ez adja a téma aktualitását. Kutatómunkánk során áttekintettük az elérhető források és gyakorlati tapasztalatok alapján, mely okok idézhetnek elő tüzeseteket a közúti járművek közlekedése során, továbbá vizsgáljuk, hogy milyen tűzmelegelőzési lehetőségek állnak rendelkezésre és alkalmazhatók hatékonyan a gyakorlatban, a járművezetők tevékenységére fókuszálva.

Kulcsszavak: mobilitás, közúti jármű, járműbiztonság, járműtüzek, tűzmelegelőzés

Abstract

Nowadays, mobility gained more and more ground, so as more and more people participate in road traffic as well. Because of this reason, the number of traffic-related accidents and fires is also increasing. In this article, I examine the causes of road vehicle fires, which is a complex issue, as fires can occur during the operation of vehicles, also traffic accidents

¹ Doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: pappcsenge1996@gmail.com

² Doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: jozsef.kersak@gmail.com

may occur. Due to the increasingly strict safety and environmental protection requirements, the fire safety of vehicles is worth to be considered. During my research work, I reviewed, based on the available sources and practical experience, the origins and causes of fires during the traffic of road vehicles, and I examined what fire prevention options are available and how effective they are in practice, focusing on the activities of drivers.

Keywords: mobility, road vehicle, vehicle safety, vehicle fires, fire prevention

Bevezetés

A közúti járművek száma az elmúlt évtizedekben rohamosan növekedett, a beépített anyagok és az alkalmazott gyártástechnológiák megváltoztak, ami a járművekben keletkező tüzek kialakulását és a tűzterjedést is befolyásolja. Az új technológiák alkalmazása egy esetleges tüzeset során új típusú veszélyhelyzeteket idézhet elő, amelyek az emberi életeket és a környezeti elemeket is veszélyeztetik.³ A modern járműiparban széles körben elterjedt a különböző műanyagok alkalmazása, amelyek tűzbiztonsága rendkívül eltér a korábban alkalmazott hagyományos alumínium, vas és fa anyagokétól. A műanyag alkatrészek alkalmazása az üzemanyag-fogyasztás csökkentése érdekében évről évre nő az autóiparban.⁴ Mindezek mellett a járművek hajtásrendszere is megváltozott, a belső égésű motorról fokozatosan áttérnek a hibrid vagy tisztán elektromos hajtás alkalmazására. Ezek mindegyike további, részben ismeretlen veszélyeket jelenthet mind a felhasználó, mind az elsődleges beavatkozó személyek számára, főként tűzbiztonsági kérdéseket illetően.⁵ Jelen kutatás célja az elérhető feljegyzések és gyakorlati tapasztalatok alapján áttekintést adni a járműtüzek lehetséges keletkezési okai tekintetében. Több általunk elérhető szakirodalmi forrás csak egy-egy megtörtént baleset alapján ad magyarázatot az okokról, általános összehasonlításra nem találtunk példát, így ezt a hiányt is pótolni kívánjuk. Továbbá a meglévő tapasztalatok alapján javaslatot kívánunk tenni, és megoldásokat megfogalmazni a modern járműpark tűzbiztonsági kihívásaira.

Járműtüzek számának változása

A KSH által elérhető statisztikákat elemezve megállapítható, hogy Magyarországon mennyi közúti baleset történt éves lebontásban az elmúlt 5 évben. 2017–2019 között ez a szám kis eltéréssel szinte mindhárom évben körülbelül 16 500 körül alakult, majd a 2020-as évben a balesetek száma 13 778-ra esett vissza, aminek valószínűsíthető oka a pandémia visszaszorításának érdekében hozott kijárási korlátozás lehetett. 2021-ben is csökkent ez a szám, ám így is magasnak tekinthető és növekedési tendenciát mutat az azt megelőző évhez képest. A balesetek számának csökkenése a Covid⁶-időszakban vélhetően nem a körültekintőbb forgalomban való részvételnek tudható be, sokkal

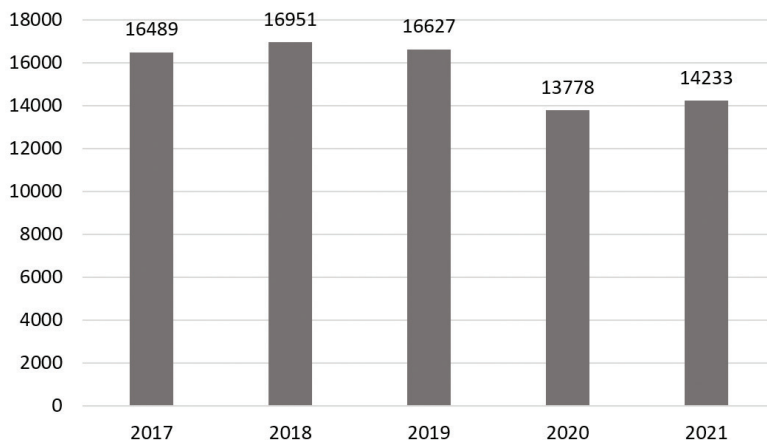
³ BEKE-FÖLDI-KUTI 2019.

⁴ AKAMPUMUZA et al. 2016.

⁵ SZABÓ-MOLNÁR-NAGY 2018.

⁶ Koronavírus-betegség 2019.

inkább gazdasági és társadalmi okai lehettek. A betegek számának növekedése a védőoltások megkezdéséig folyamatosan növekedett vagy stagnált, ez állhat a forgalomban való alacsonyabb részvétel és az ezzel összefüggésben lévő kialakuló balesetek száma mögött. Ez a tendencia a következő, 1. ábrán végig követhető.



1. ábra: Magyarországi közúti balesetek száma

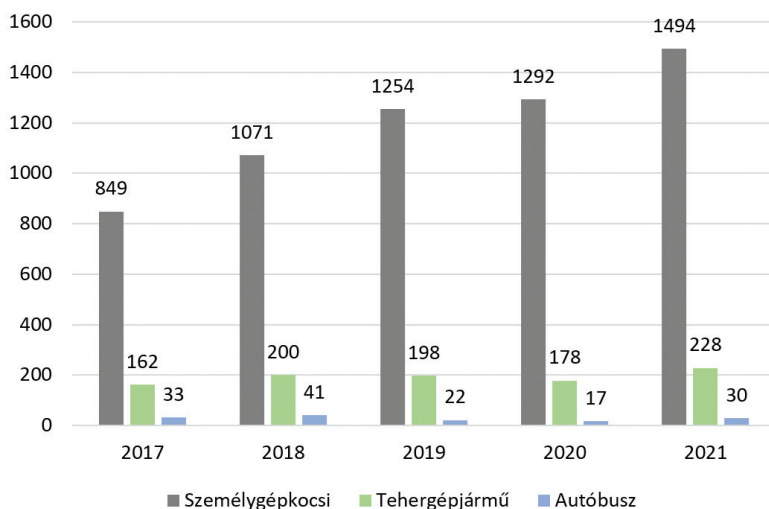
Forrás: a szerzők összeállítása a KSH adatai alapján

A 14 000 körüli baleseti szám sem kevés, de a 16 000 feletti esetszám aggodalomra adhat okot, ebből körülbelül éves szinten 450-600 jár halálos áldozattal. A 2. ábrán olvasható, hány olyan esetet jegyeztek fel, ahol a baleset műszaki mentést igényelt a legfőbb közlekedési eszközöket tekintve. A tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól szóló 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet⁷ szerint a műszaki mentési tevékenység során különösen az élet- és a vagyonmentés, valamint az alapvető élet- és vagyonbiztonság érdekében végrehajtott tűzoltói feladatokat kell érteni. Fontos kiemelni, hogy a fenti jogszabály szerint műszaki mentés alatt akár csak kárfelszámolási beavatkozást is érthetünk. Ám a balesetek során a járművek nagy része kigyullad – így a tapasztalatok arra engednek következtetni, hogy egy esetleges baleset során a tűzoltók és mentők egyidejű bevetése nem elkülöníthető egymástól, különösen, hogy a jogalkotó elsődleges feladatként az életmentést jelöli meg. A műszaki mentések számának alakulását a vizsgált időszakban a 2. ábra mutatja, amelyet a KAP-KÜIR⁸ adatbázis, a BM OKF⁹ által használt adatszolgáltatási rendszer alapján állítottunk össze.

⁷ 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet 51. § (1)–(5).

⁸ KAP: Káreset Adatszolgáltatási Program, KÜIR: Központi Ügyeleti Információs Rendszer.

⁹ Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság.



2. ábra: Magyarországon történt műszaki mentést igénylő közúti balesetek száma az egyes közlekedési eszközöket kiemelve

Forrás: a szerzők összeállítása a KAP-KÜIR adatai alapján

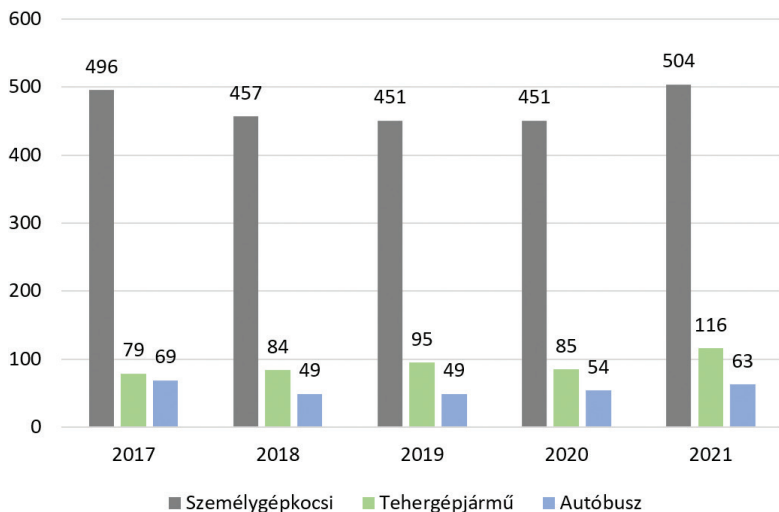
A fenti ábráról leolvasható, hogy a megjelenített éveknél folyamatosan nő a műszaki mentések száma, a vírushelyzet időszaka kivételével. A tapasztalatok alapján elmondható, hogy a balesetek száma várhatóan növekvő tendenciát fog mutatni 2021. és 2022. évekre is. Ennek oka szintén a vírushelyzetre vezethető vissza, ugyanis a kormány által kiadott rendeletben a járművek műszaki érvényességét kiterjesztették, a kötelező műszaki vizsgától eltekintettek a járvány terjedésének megakadályozása érdekében. Ezzel azonban sajnos a nem megfelelő műszaki állapotú járművek közúti forgalomban való közlekedése megnövekedhetett, ezzel növelve a baleset kockázatát is. A műszaki mentések során készült hivatalos statisztikából kiderült, hogy évente körülbelül 50–100 olyan baleset történik, ahol az előidéző ok a jármű műszaki hibájára vezethető vissza. Ugyanakkor meg kell említeni a közúti közlekedésben részt vevők magatartását is. Rohanó világunkban egyre inkább növekszik mind a városi, mind a vidéki forgalom, a sietség miatt általában sajnos nem követik a közúti közlekedés szabályairól szóló 1/1975. (II. 5.) KPM-BM¹⁰ együttes rendelet, közismert nevén KRESZ¹¹-ben rögzített szabályokat. A magyarországi úthálózat, különösen az útburkolat minősége sem felel meg minden esetben a biztonságos közlekedés követelményeinek. Így a környezetünkben jelen lévő megannyi tényező egyre inkább rávilágít a közúti járművek komplex biztonságára kérdésköre vizsgálatának fontosságára.

¹⁰ 1/1975. (II. 5.) KPM-BM együttes rendelet a közúti közlekedés szabályairól.

¹¹ Közúti Rendelkezők Egységes Szabályozása.

Járműtüzek keletkezésének okai

A Magyarországon közúton előforduló járműtüzek száma a legfrissebb központi információ (KAP-KÜIR adatbázis) alapján a 3. ábrán látható a főbb kategóriák szerint. A legtöbb tüzeset a személygépjárművekkel történt. Ennek egyik oka a forgalomban való magas részvételi arány. 2021-ben jelentős változást tapasztalhatunk a korábbi évekhez képest. A diagram alapján belátható, hogy az évek során mindhárom kategóriában egyre nőttek az esetszámok a vírushelyzet időszaka kivételével, ez a további években hasonló emelkedő trendet enged feltételezni.



3. ábra: Magyarországon történt közúti közlekedésben részt vevő járművek tüzeseinek száma 2017–2021 között

Forrás: a szerzők összeállítása a KAP-KÜIR adatai alapján

Ha a buszokkal kapcsolatos tüzesetek számát figyeljük meg, akkor fontos kiemelni, hogy bár jóval alacsonyabb az esetszám, mint a személygépjárműveké, de a buszon utazó, veszélynek kitett személyek száma sokkal magasabb. Egy átlagos városi busz kapacitása nagyjából 90 fő, míg a csuklósbuszé 130. A távolsági buszé pedig átlagosan 60 utas. Bár Nagy Péter¹² írásában kifejtette, az utasterek kialakítása segíti a jármű kiürítését, mégis fontos megjegyezni, hogy a megfelelő tűzbiztonsági tényezőket figyelembe véve a kritikus pont az utasok időbeli kimenekíthetőségének kérdése. A fenti felsorolásból kiderült, ha egy autóbusz maximálisan kihasználtnak közlekedik, akkor akár százas nagyságrendű utasszámról is szó lehet. Ekkora létszámnál a kiürítés is komoly problémákat vethet fel, Érces Gergő és Komjáthy László¹³ ad erről cikkében átfogó képet, miszerint

¹² NAGY 2016.

¹³ ÉRCES-KOMJÁTHY 2018.

egy kimenekítés során az úgynevezett tűzvédelmi helyzet egyensúlyának leggyengébb láncszeme az emberi tényező, hiszen a mentendő személyek képességein is múlik a mentés sikeressége. Így kiemelten fontos szerepet kell hogy kapjon a járműtüzek vizsgálata, hogy a mentésben a tapasztalatok alapján minél sikeresebben lehessen eljárni a következőkben. Ennek célja a keletkezési körülmények, a hely, idő, ok felderítése. Járműtűz keletkezhet közlekedési baleset során is, amikor az összeütközés következtében a járművek elektromos vagy üzemanyag-ellátó rendszere sérül.¹⁴

A járműtüzek vizsgálatakor fontos megkülönböztetni a nem szándékos cselekedetek okozta tüzeket a szándékos gyújtogatástól. A szándékos gyújtogatásból származó tüzek Magyarországon nem gyakoriak, az Amerikai Egyesült Államokban is csak a közúti tüzesetek 5%-át teszik ki. Ezért az amerikai NFIRS¹⁵ nem gyűjt erre vonatkozóan széles körű információkat.¹⁶

A járműtüzek keletkezési okainak megállapítása gyakran jelent kihívást a baleset helyszínére való kiérkezés után, ugyanis a tűz keletkezési helye sok esetben egyáltalán nem megállapítható, mivel a járműtüzek időbeni lefutása meglehetősen gyors, így a tűz pusztító hatása rövid időn belül bekövetkezik. A jármű a tűz során megsemmisülhet, vagy olyan mértékben károsodhat, hogy egyértelmű megállapítás a tűzkeletkezési okra vonatkozóan már nem tehető. Ebből eredően számos eset előfordul, amikor a tűzkeletkezési okot ismeretlennek kell tekinteni.¹⁷ A tűz keletkezési helye utalhat a tűz kialakulásának okára, adott esetben egy meghibásodott alkatrészre, vagy épp egy másik gyújtóforrásra. Az Egyesült Államokban készült jelentések alapján ide tartozhat még a tűznek való kitettség, amikor egy másik forrásról terjed át a tűz az adott járműre, illetve a természet okozta károk is.¹⁸ Ezek a kategóriák töredékét teszik ki a hibás berendezésből vagy hőforrásból származó tüzeseteknek. Gyakori veszélyforrásként jelöli meg egy hazai szakirodalom egy másik megközelítéssel a járművek elektromos berendezéseit, az üzemanyagtartályt és az üzemanyag-ellátó rendszert, illetve a gumiabroncsot.¹⁹ Érdemes külön foglalkozni az üzemanyagokkal, hajtásrendszerekkel, ugyanis ezek is összefüggenek a tűzkeletkezéssel. A benzin gyúlékonyabb üzemanyagnak tekinthető, fokozottan tűz- vagy robbanásveszélyes osztályba tartozik, a gázolaj pedig a mérsékelt tűzveszélyes kategóriába. Az Otto motorra jellemző karburátor- vagy befecskendező rendszer meghibásodása és a benzingőz hővel való érintkezése gyakori tűzforrás, ugyanis a benzin már szobahőmérsékleten intenzíven párolog. A teljes üzemanyagrendszer részletes elemzése meghaladná a cikk területi korlátait. A dízelmotor sajátossága, hogy kompressziógyújtással üzemel, azaz a gázolaj meggyújtásához nincs szükség szikrára, öngyulladással jön létre az égés. Bár a dízelmotorok jellemzően alacsonyabb hőmérsékleten üzemelnek a jobb hatásfoknak köszönhetően, mégis előfordulhat, hogy a motor túlmelegszik, az üzemanyag-ellátó rendszer meghibásodik, ezzel okozva tüzet a motortérben, amelynek kiindulási oka lehet a hűtőrendszer eltömődése vagy a hűtőfolyadék szivárgása. Gyújtáskimaradás

¹⁴ KUTI 2019; SVENSSON 2002.

¹⁵ National Fire Incident Reporting System (Nemzeti Tüzeset Jelentő Rendszer [szerzői fordítás]).

¹⁶ National Fire Data Center 2018; HORVÁTH-KUTI 2017.

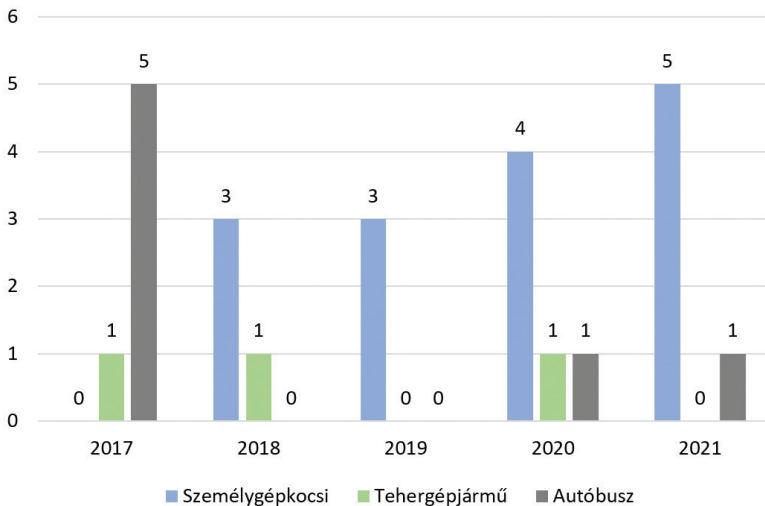
¹⁷ BARTHA-FENTOR 2006.

¹⁸ National Fire Data Center 2018; HAJDU-KUTI 2018.

¹⁹ BLESZITY-ZELENÁK 1989; TÓTH 1984.

esetén, ami miatt elégtelen üzemanyag juthat a kipufogórendszerbe, az ott lévő magas hőmérséklet miatt gyúlékony elegy tüzet okozhat. Ez utóbbi a benzinüzemű motornál is megtörténhet.²⁰

A 4. ábra alapján látható, hogy 2017 és 2021 között a közúti közlekedésben részt vevő járművekkel megtörtént tüzesetek során hány alkalommal volt nehezítő körülmény az elektromos energia. Megfigyelhető, hogy a tehergépjárművekkel kapcsolatos tüzek száma 0 és 1 közötti volt az elmúlt 5 évben, azonban számolni kell a teherszállításban használt járművek hajtórendszerének elektromosításával, ez pedig a tüzesetek számában növekedést enged feltételezni. A Budapesti Közlekedési Vállalat is megújította járműflottáját és újabb elektromos meghajtású autóbuszokat szereztek be ez évben. Az Európai Unió ösztönzésével és az általa biztosított forrásból megvalósított projektekben támogatják a nagyvárosokat, hogy a helyi személyszállításban az elektromos hajtású autóbuszokat részesítsék előnyben a lokális emisszió alacsonyban tartása érdekében. Az autóbuszparkok elektromos autóbuszokkal való bővítése pedig magában hordozhatja a tűzbekövetkezés kockázatának növekedését. A személygépjárművek tekintetében a tüzesetek száma fokozatosan nőtt az elmúlt években, ez a tendencia pedig várhatóan folytatódik a következő években, különösen az elektromos személygépjárműveket vizsgálva, ezek egyre több háztartásban megjelennek ma Magyarországon kedvező üzemeltetési költségük miatt, amelyet a statisztika is alátámaszt és a következő, 4. ábra szemléltet.



4. ábra: Magyarországon történt közúti közlekedésben részt vevő járművek azon tüzeseteinek száma, ahol nehezítő körülmény az elektromos energia volt 2017–2021 között

Forrás: a szerzők összeállítása a KAP-KÜIR adatai alapján

²⁰ HIGGINS 2012; KANYÓ 2018.

A fent említettek miatt ki kell egészíteni a tűzkeletkezési okokat a mai modern járművek, személygépjárművek, tehergépjárművek és autóbuszok alternatív hajtáslánc elemeivel, mint elektromos motor, illetve 480–1000 V feszültségű akkumulátor és kábelrendszer, ugyanis ezek meghibásodásai már vezettek tűzkeletkezéshez. A tisztán elektromos, a plug in hibrid²¹ és a hagyományos hibrid járművek tűzkeletkezési okai részenként megegyeznek a hagyományos járművekével, azonban a különbség az, hogy ezek mindegyike akkumulátortól függve 480–1000 V feszültséggel üzemel, és lítiumion-akkumulátorral rendelkezik, ami a keletkezési okok körét kibővíti. Ezek teljesen új kihívásokat jelentenek a beavatkozó személyek számára. A hagyományos járművekben is egyre inkább nő az elektromos berendezések, kábelek és hálózatok száma, ám az elektromos és hibrid üzemű járművek nagyfeszültségű (300–1000 V) rendszerrel működnek, amelyek eltérnek a hagyományos 12 V-os rendszertől. Fontos kiemelni, hogy nemcsak a tűzzel magával és az új technológia nyújtotta kihívásokkal kell szembenézniük a beavatkozó személyeknek egy esetleges baleset során, hanem az akkumulátor égése során felszabaduló káros gázokkal is. Ez sok esetben nagyobb veszélyt jelent, mint a tűz, hiszen egészségkárosító anyagok juthatnak a levegőbe. Az ilyen típusú járművek tűzvizsgálata során meg kell különböztetni az úgynevezett hagyományos járműtüzet és az elektromos hajtásrendszer elemeiben keletkezett tüzet. Ha a tűz nem érinti az e-hajtásrendszert, úgy a kármentés hagyományos módon történik. Egy finn tanulmányban vizsgáltak különböző hibrid és elektromos járműveket. Ebben a kutatásban megállapították, hogy a vizsgált, tisztán elektromos és plug in hibrid járművek mindegyike a töltés során gyulladt ki, míg a hagyományos hibrid menet közben.²² Az eddigi üzemeltetési tapasztalatok szerint a tisztán elektromos járművek menet közbeni kigyulladását nem szabad kizárni, hazánkban már fordult elő közúti közlekedésben részt vevő ilyen jármű tüzesete. A menet közbeni kigyulladás okait a következőkben lehet definiálni. Az akkumulátorból kiinduló tűz kialakulhat túlterhelés hatására, extrém rekuperáció során, nagy teljesítményigény esetén, amikor az akkumulátorból kivett energia jelentősen nagyobb, mint az általános energia felvétele. Ilyen helyzetben az elektrolit hőmérséklete drasztikus mértékben megnövekszik, és ezt a növekedést az akkumulátor hűtőegysége nem képes lekövetni, vagy arra időben reagálni. A hibridek esetén a menet közbeni kigyulladás okozója az akkumulátor előmelegítő berendezése volt. Egy másik járműtűznél pedig egy elektromos fűtőszál volt az okozó, több példa is előfordult, amikor a tűz okozója a hajtóakkumulátor volt.²³ Az akkumulátor előmelegítője fontos szerepet lát el az akkumulátor kondicionálásában, mivel azt 0–35 °C között kell tartani – csak ebben a tartományban képes működni. Ez egy 480–1000 V feszültségű fűtőberendezés, amelyben a fűtőszál a fűtővízzel közvetlenül érintkezik, ez magas kockázati tényező a jármű tűzbiztonsága tekintetében, ugyanis a vízben kialakulhat elektromos vezetés, vagy a fűtőszál zárlata is vezethet túlmelegedéshez. Az előbb említett tüzesetek mindegyike forgalomban történt, személyautókkal és autóbuszokkal kapcsolatosan. A cikkben felsorolták a kifejezetten akkumulátorral megtörtént tüzesetek okait, amelyek a következők

²¹ Vegyes töltésű hibrid.

²² LINJA-AHO 2020.

²³ XUNING et al. 2018.

voltak: az akkumulátor csatlakozója laza volt, emiatt a rögzítő csavar túlmelegedett, és az akkumulátor kigyulladt. A jármű karosszériájának oldalába bekövetkező ütközés tönkretette a hűtő- és akkumulátormodult, így az lángra kapott. Nagy sebességgel történő ütközés hatására megrongálódott a 480 V feszültséggel üzemelő kábelrendszer, és az meggyújtotta az éghető gázt, amely az akkumulátorból szivárgó elektrolitból származott. Az ütközés hatására megrongálódott 480 V feszültségű kábelrendszer szikrakisülést okozott, meggyújtva a cellák nagyrészét, majd az egész járművet. Belső rövidzárlat és a BMS²⁴ meghibásodása miatti túlmelegedés is gyakori tűzokozók.²⁵

Személyes tapasztalatainkból, illetve egy amerikai forrásból is szeretnénk kiemelni, hogy a közúton történő járműtüzek mögött meghúzódó ok maga a baleset is lehet, amelyet például ütközés, felborulás és ráfutás jelenthet. Az előzőekben felsorolt hibrid hajtóakkumulátorral történő tüzesetek okozója számos esetben maga az ütközés és az abból származó fizikai károsodás volt.

A hagyományos meghajtású járművek baleseteinél sérülhet a jármű üzemanyag-ellátó rendszere, ettől pedig üzemanyag szabadulhat ki, amely a hőforrásként szolgáló meghajtó motorra folyva lángra lobban, másrészt az ütközés következtében kialakulhatnak szikraforrások sérült elektromos rendszerből is, így az üzemanyag az elektromos szikra hatására meg tud gyulladni, ha a folyadék párologni kezd.²⁶ Hasonlóan viselkedik a forró, akár 100-120° C hőmérsékletű kenőanyag és hűtőfolyadék. Balesetek alkalmával a segédanyagok tárolására szolgáló tartályok gyakran sérülnek elsőként, hiszen ezek a jármű motorterében, jellemzően az ütközőzónához közel helyezkednek el. A külföldi és hazai források is az autóbustüzek keletkezési okait, hasonlóan, mint a személygépjárműveknél, három nagy csoportra bontják, úgy mint elektromos meghibásodás, hőfejlődés a kerekeknél és a motor alkatrészeinek meghibásodása.²⁷ A buszok tüzeseteinek több mint 50%-a vezethető vissza a motortérhez. Az autóbuszok esetében is új keletkezési okként merül fel az elektromos hajtásrendszer, valamint az energiatárolásra szolgáló akkumulátortelepek. Nemcsak a buszok esetében, hanem a személy- és tehergépjárműveknél is a motortérben megtalálható gumialkatrészek, tömítések, hőszigetelő anyagok, segédanyagok – gépelemek, mint olaj, hűtőfolyadék, továbbá elektromos berendezések, kábelek mind-mind növelik a tűzterjedés kockázatát, elősegítik a tűz további terjedését. A motortérben található forgó gépelemek, kopó alkatrészek, mint vízpumpa, olajpumpa, csapágyazás vagy szíjak elhasználódása, meghibásodása szintén gyakori ok a tűznél. Szintén gyakori a turbófeltöltővel szerelt járműveknél a berendezés túlmelegedéséből adódó tűzkeletkezés a motortérben. Az elektromos rendszerekben keletkezett hiba tüzet okozhat a motortérben, az akkumulátor(ok)nál, vagy annak mentén, a kábelköteg útvonalán. Általában ezek a meghibásodások további kategóriákra bonthatók, mint túlterhelt vezetékek, nagy ellenállású csatlakozások és szikrakisülés. A harmadik kategória pedig a futóműveknél előforduló tűz, amelynek oka általában a szoruló fékek okozta súrlódásból származó hő, amely később átterjed a jármű abroncsára. Az ebből a forrásból származó tüzek általában a buszokra és tehergépjárművekre, valamint azok pótkocsijaira

²⁴ Battery management system, azaz akkumulátorfelügyelő rendszer.

²⁵ WÖHRL et al. 2021.

²⁶ AHRENS 2021.

²⁷ HAMMARSTRÖM et al. 2008.

jellemzőek, ugyanis ezek rendelkeznek nagy teljesítményű levegőrendszerű fékberendezéssel, hiszen a jármű tömege önmagában több mint egy személygépjárműé, nem beszélve a tehergépjárművek által szállított rakomány tömegéről, amely plusz tömeget jelent.²⁸ Tehergépjárműveknél a rakománytüzek kiemelt figyelmet érdemelnek, ugyanis a keletkezett tüzek olthatósága szempontjából fokozott veszélyt jelentenek. Ebben az esetben azonban rakodási jogszabályoknak kell megfelelni, különösen a speciális tűzveszélyes anyagokra vonatkozóan. A rakományok tüzeinek megelőzése érdekében a legfontosabb feladat a rakomány lángtól, szikrától és hőszugárzástól való védelme.²⁹

Tüzek megelőzésének lehetőségei

Az előbbiekben bemutatott példák és tapasztalatok alapján a járművekkel kapcsolatos tüzek megelőzése összetett mérnöki kihívás. A következő fejezetben a különböző források megelőzési lehetőségeit összesítve mutatjuk be. A hagyományos és az alternatív hajtású járművek tűzkeletkezési okai nagy hasonlóságokat mutatnak mindaddig, amíg nem a hajtásrendszert vizsgáljuk. Míg a hagyományos járművek belső égésű motorja kockázati tényező, addig az alternatív meghajtásnál az energiatároló akkumulátor, a meghajtó elektromotor és a 480–1000 V feszültségű kábelrendszer nagyobb veszélyt jelentenek. Az elektromos rendszerhiba az alternatív járműveknél sokkal gyakrabban fordul elő. Az ebből származó tűz lefolyása rövidebb idő alatt következik be, amely annak tudható be, hogy a tűz terjedése nem csupán a keletkezés helyére korlátozott, ugyanis a 480–1000 V feszültségű rendszeralkotó kábelek mentén vagy egy cellából kiindulva egy egész akkumulátortelepen végig képes haladni, ezzel az egész járművet lángokba borítva. Egy belső égésű motor esetében a motortérből a tűzfal miatt, ami fizikai gátat képez, a tűz korlátozottan képes az utastérbe jutni, azonban a szélvédőn keresztül hosszabb idő alatt már képes átterjedni az utastérbe. A legkiszámíthatatlanabb tényező pedig a baleset következtében keletkezett fizikai sérülés a járműben, ami azonnal megváltoztatja a jármű állapotát. A baleset következtében üzemanyag, hűtés és kenés hiányából származó alkatrész-meghibásodás, túlmelegedés mind tűzkeletkezési ok. Egy tisztán elektromos jármű esetén ezek mindegyike fennáll az üzemanyag kivételével. Ehhez ellenben hozzáadódik még az akkumulátortelep és az elektromos motor deformációja, ami sokszor ellehetetleníti a tüzeset megelőzési lehetőségét. Erre az egyetlen megoldás a jármű helyes konstrukciójának elkészítése, tehát gyűrődési zónák kialakítása, ahol a jármű az ütközésből származó energiát elnyeli, akkumulátor elhelyezését ezekbe mellőzni kell. A 480–1000 V feszültségű kábelrendszert pedig megfelelő szigeteléssel kell ellátni, minél jobban óvni kell a dörzsölő hatástól, illetve rögzíteni is úgy kell, hogy a karosszériára az áram ne folyhasson át, amely nemcsak tűzveszélyes, de élettani hatása is van. A benzin- és gázolajüzemű járműveket tekintve belátható, hogy legtöbbször a motor környezetéből indul a tűz. A hagyományos hajtóanyaggal üzemelő járművek tüzeinek megelőzésekor tehát a legfontosabb, hogy az üzemanyag-ellátó rendszer biztonsági elemmel, hiszen az üzemanyag táplálná magát

²⁸ NAGY 2016; SMYTH–DILLON 2012.

²⁹ BLESZITY–ZELENÁK 1989.

a tüzet mint éghető anyag. Már a 2000-es évek óta alapfelszereltség az úgynevezett borulásérzékelő, amely a jármű pozícióját vagy a rá ható gravitációs gyorsulást figyeli, és a beállított értékek túllépése esetén automatikusan hatástalanítja az üzemanyag-pumpát, ezzel meggátolva az üzemanyag-ellátást. Kötelező biztonsági elemként kellene beszerezni az esetleges üzemanyag-ellátó rendszer sérülését figyelő érzékelőt. Ez egy nyomásérzékelő, amely figyeli a nyomásesést a rendszerben, szivárgás esetén lezár egy szelepet, ezzel megakadályozza az üzemanyag további áramlását.

Mivel a balesetkből származó tüzek száma is jelentős, fontosnak tartjuk, hogy a járművezetői tanfolyamon nagyobb figyelmet kapjon a baleseti oktatás. Ennek keretében kaphatna felvilágosítást minden jogosítványt szerző a különböző járműtípusnak megfelelő tűzokozó tényezőkről, a megelőzési lehetőségekről, a karbantartás fontosságáról, illetve a baleset bekövetkeztekor szükséges teendőkről, különös figyelemmel az új típusú járművek tűzbiztonságára, mint például a főbiztosíték, vagy a biztonsági hatástalanítókábel elhelyezkedése a hibrid és elektromos járművek esetében. Továbbá megelőzésként a gyártó a jármű gyártása során kötelezően elhelyezhetné a keletkezendő tűz oltásához szükséges oltóberendezést. Az elektromos járművek töltésével kapcsolatban a járműforgalmazók pedig kötelező tréninget tarthatnának vásárlóik számára, mivel sok esetben töltés közben, a nem megfelelő csatlakozó alkalmazása miatt történnek tüzesetek.³⁰ Végezetül a személygépjárművek és a járműflották karbantartási feladatainak elvégzésére is fontos felhívni a figyelmet, azokat a gyártói előírások szerint be kell tartani, így csökkenthető az ilyen jellegű meghibásodásokból származó tüzesetek száma.

Összegzés

Az írásban bemutatott statisztikákból látható, hogy ma Magyarországon a közúti balesetek száma éves szinten egyre nő. E balesetek közül számos igényelt műszaki mentést, ez pedig arra enged következtetni, hogy a balesetek súlyossága is jelentős. Arra a következtetésre jutottunk, hogy az átalakulóban lévő járműipar magában hordozza a növekvő veszélyeket, ugyanis a hibrid és elektromos meghajtású járművek tűzbiztonsága jóval összetettebb, mint a hagyományos belső égésű motoros járművéké. Már nemcsak a motorra kell úgy tekinteni, mint lehetséges tűzkeletkezési forrás, hanem más egyéb kiegészítő rendszereket is számításba kell venni, ami növeli a kockázatot. Az új berendezések eddig ismeretlen kihívásokat támasztanak a beavatkozó személyekkel és felhasználókkal szemben, ezért ezek felderítése, megismerése nagyon fontos feladat, aminek a megelőzés és kárfelszámolás terén is kiemelt jelentősége van. Kutatásunk során nem találtunk olyan írást, amely átfogó képet adna a különböző közúti közlekedésben részt vevő járművek tűzkeletkezési okairól, csak kategorizáltan egy-egy típusra vonatkozóan megtörtént tüzeset leírására találtunk példákat, amelyeket felhasználtunk és hasznos tapasztalatként beépítettünk munkánkba. További feladatként szeretnénk a járműtüzeket kutatni, az alkalmazott és beépített anyagok

³⁰ BRZEZINSKA–BRYANT 2022.

tűzbiztonságát vizsgálni, ezzel segítve a megelőzés lehetőségeinek bővítését és növelni a kárfelszámolás hatékonyságát.

Irodalomjegyzék

- AHRENS, Marty (2021): *U.S. Vehicle Fire Trends and Patterns*. National Fire Protection Association. Fire Analysis and Research Division
- AKAMPUMUZA, Obed et al. (2016): Review of the Applications of Biocomposites in the Automotive Industry. *Polymer Composites*, 38(11), 2553–2569. Online: <https://doi.org/10.1002/pc.23847>
- BARTHA Iván – FENTOR László (2006): A tűzvizsgálat alapjai. Budapest: Főváros Tűzoltóparancsnokság.
- BEKE Dóra – FÖLDI Alexandra – KUTI Rajmund (2019): Közúti balesetek során bekövetkező talajszennyezések és kárelhárítási eljárások vizsgálata. *Hadmérnök*, 14(3), 13–20. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.3.2>
- BLESZITY János – ZELENÁK Mihály (1989): A tűzoltás taktikája. Budapest: BM.
- BRZEZINSKA, Dorota – BRYANT, Paul (2022): Performance-Based Analysis in Evaluation of Safety in Car Parks under Electric Vehicle Fire Conditions. *Energies*, 15(2), 649. Online: <https://doi.org/10.3390/en15020649>
- ÉRCES Gergő – KOMJÁTHY László (2018): Mérnöki módszerek szerepe a felszín alatti vasútvonalak tűzvédelmi helyzetének alakulásában. *Hadmérnök*, 13(4), 190–199. Online: www.hadmernok.hu/184_15_erces.pdf
- HAJDU, Csaba – KUTI, Rajmund (2018): Designing Complex Technical Rescues with a Proprietary Application (Computer Program). *AARMS*, 17(1), 45–52. Online: <https://doi.org/10.32565/aarms.2018.1.5>
- HAMMARSTRÖM Rolf et al. (2008): *Bus Fire Safety*. SP Technical Research Institute of Sweden. Online: <http://ri.diva-portal.org/smash/get/diva2:962472/FULLTEXT01.pdf>
- HIGGINS, Mike (2012): Vehicle Fires: A Practical Approach. Online: www.cafsti.org/wp-content/uploads/Vehicle-Fires-a-Practical-Approach.pdf
- HORVÁTH, Galina – KUTI, Rajmund (2017): Задачи руководителя аварийно-спасательных работ по ликвидации аварий при перевозке опасных веществ автотранспортом. *Pozhary I Chrezvychajnye Situacii, Predotvrashenie Likvidacia*, 2017/1, 30–35. Online: <https://doi.org/10.25257/FE.2017.1.30-34>
- KANYÓ Ferenc (2018): Elektromos gépjárművek tűzoltásának nemzetközi és hazai tapasztalatai. *Védelem Online, Tűz- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár*, 2, 19–20.
- Központi Statisztikai Hivatal [é. n.]: *Közlekedési balesetek*. Online: www.ksh.hu/stat-dat_files/ege/hu/ege0061.html
- KUTI Rajmund (2019): *Alkalmazott műszaki mentések és technikák*. Győr: Palatia.
- LINJA-AHO, Vesa (2020): Hybrid and Electric Vehicle Fires in Finland 2015–2019. *Fires in Vehicles (FIVE) Conference*. Online: <https://bit.ly/41ukO5q>
- NAGY Péter (2016): Közúti közlekedés – Autóbusztüzek tapasztalatai. Online: <http://vedelem.hu/letoltes/anyagok/-kozuti-kozlekedes-%E2%80%93-autobusztuzek-tapasztalatai.pdf>

- National Fire Data Center (2018): Highway Vehicle Fires (2014–2016). *Topical Fire Report Series*, 19(2), 1–11. Online: www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/statistics/v19i2.pdf
- SMYTH, Suzanne – DILLON, Scott (2012): Common Causes of Bus Fires. *SAE Technical Paper Series*, 1–10. Online: <https://doi.org/10.4271/2012-01-0989>
- SVENSSON, Stefan (2002): A Study of Tactical Patterns During Fire Fighting Operations. *Fire Safety Journal*, 37(7), 673–695. Online: [https://doi.org/10.1016/S0379-7112\(02\)00027-9](https://doi.org/10.1016/S0379-7112(02)00027-9)
- SZABÓ Viktória – MOLNÁR Kristóf – NAGY Rudolf (2018): Elektromos járművek tűzbiztonságának vizsgálata. *Védelem Tudomány*, 3(2), 77–118. Online: www.vedelemtudomany.hu/articles/06-szabo-molnar-nagy.pdf
- TÓTH Zoltán (1984): A közúti járművek tűzvédelme. In HUSZÁR Imre: *Közlekedési eszközök és létesítmények tűzvédelme*. Budapest: BM, 288–308.
- WÖHRL, K. et al (2021): Crashed Electric Vehicle Handling and Recommendations – State of the Art in Germany. *Energies*, 14(4), 1040. Online: <https://doi.org/10.3390/en14041040>
- XUNING Feng et al. (2018): Thermal Runaway Mechanism of Lithium Ion Battery for Electric Vehicles. *Energy Storage Materials*, 10, 246–267. Online: <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2017.05.013>

Jogi források

- 1/1975. (II. .) KPM-BM együttes rendelet a közúti közlekedés szabályairól. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=97500001.kpm>
- 39/2011. (XI. 5.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2011-39-20-0A>