



**Pántya Péter**

## **A LI-ION AKKUMULÁTOROK TŰZOLTÁSÁVAL KAPCSOLATOS KUTATÁSI TAPASZTALATOK, A TŰZOLTÓI BEAVATKOZÁS LEHETŐSÉGEI**

### **Absztrakt**

Az elmúlt évek során a lítiumion (Li-ion) akkumulátorok térnyerése jól láthatóan erősödött. Az alkalmazásuk területe lényegesen több műszaki eszközben, járműben tapasztalható, emellett a felhasználásra kerülő kivitelek egyre nagyobb méretűek, kapacitásúak és ezzel párhuzamosan a jellemzően kivett energiamennyiség is megnövekedett. Mindez többirányú kockázatnövekedést is eredményez, hiszen egyre több helyen lehet ilyen nagykapacitású lítiumion akkumulátorokkal találkozni. Az eddigi tapasztalatok alapján bár alacsony a tüzeseteket érintő kockázatuk, azonban számos kihívást jelentenek a tűzvédelmi, tűzoltási tevékenység számára. Jelen cikkben a vonatkozó nemzetközi kutatási eredmények áttekintésére kerül sor, bemutatva néhány fennálló háttérismeretet és lehetséges tűzvédelmi, tűzoltósági megoldást valamint a közeljövő egyes lehetőségeit.

**Kulcsszavak:** lítiumion, akkumulátor, tűzvédelem, tűzoltás, tűzoltóság

## **RESEARCH EXPERIENCES ON THE FIRE EXTINGUISHING OF LI- ION BATTERIES, POSSIBILITIES OF FIREFIGHTING INTERVENTION**

### **Abstract**

Over the last few years, the penetration of lithium-ion batteries has visibly increased. They are being used in a significantly wider range of technical devices, vehicles and the designs being



used are increasing in size and capacity, with a corresponding increase in the amount of energy typically extracted. This also leads to a multi-directional increase in risk, as more and more locations are encountering these high capacity lithium-ion batteries. Experience to date suggests that, although they pose a low risk of fire, they present a number of challenges for fire protection and fire fighting. In this article, the relevant international research results are reviewed, presenting some existing background knowledge and possible fire protection and fire fighting solutions, as well as some options for the near future.

**Keywords:** lithium ion, battery, fire protection, firefighting, fire brigade

## 1. BEVEZETÉS

Különösen az elmúlt évek során a lítiumion (Li-ion) akkumulátorok alkalmazása jelentősen erősödött. Lényegesen több műszaki eszközben, járműben tapasztalható az alkalmazásuk, emellett a felhasználásra kerülő kivitelek is egyre nagyobb méretűek és egyben egyre nagyobb kapacitásúak. Mindezzel párhuzamosan az akkumulátorokból jellemzően kivett energiamennyiség is megnövekedett. Ezek a tényezők többirányú kockázatnövekedést is eredményeznek, hiszen egyre több helyen lehet ilyen, nagyobb kapacitású lítiumion akkumulátorokkal találkozni. Az eddigi hazai és nemzetközi tapasztalatok alapján bár alacsonynak tekinthető a tüzeseteket érintő kockázatuk, azonban számos kihívást jelenthetnek a tűzvédelmi, tűzoltási tevékenység számára. Az ilyen akkumulátorok tűzoltási lehetőségeit tárgyaló hazai és nemzetközi irodalmak elemzése során több eredmény is megállapítható. A lítiumion akkumulátorokat érintő tüzesetek során a bevetett tűzoltó erők különböző oltóanyagokat alkalmazhatnak, de ezek hatékonysága jelentősen eltér.

Magyarországon a tűzoltósági beavatkozást, az elektromos meghajtás akkumulátorát érintő tűzoltási kérdéskört a Tűzoltás-taktikai Szabályzat (6/2016. (VI. 24.) BM OKF utasítás) szabályozza a legközvetlenebb módon. A szabályzat tartalmában és itt tárgyalhatóan a hibrid hajtású járművek jelennek meg, megfogalmazása alapján „*olyan jármű, amelyben a hagyományos belsőégésű motor mellett található egy elektromos motor is, valamint a hajtáshoz nélkülözhetetlen akkumulátor telep*”. A jelen cikk szempontjából vizsgáltan, az

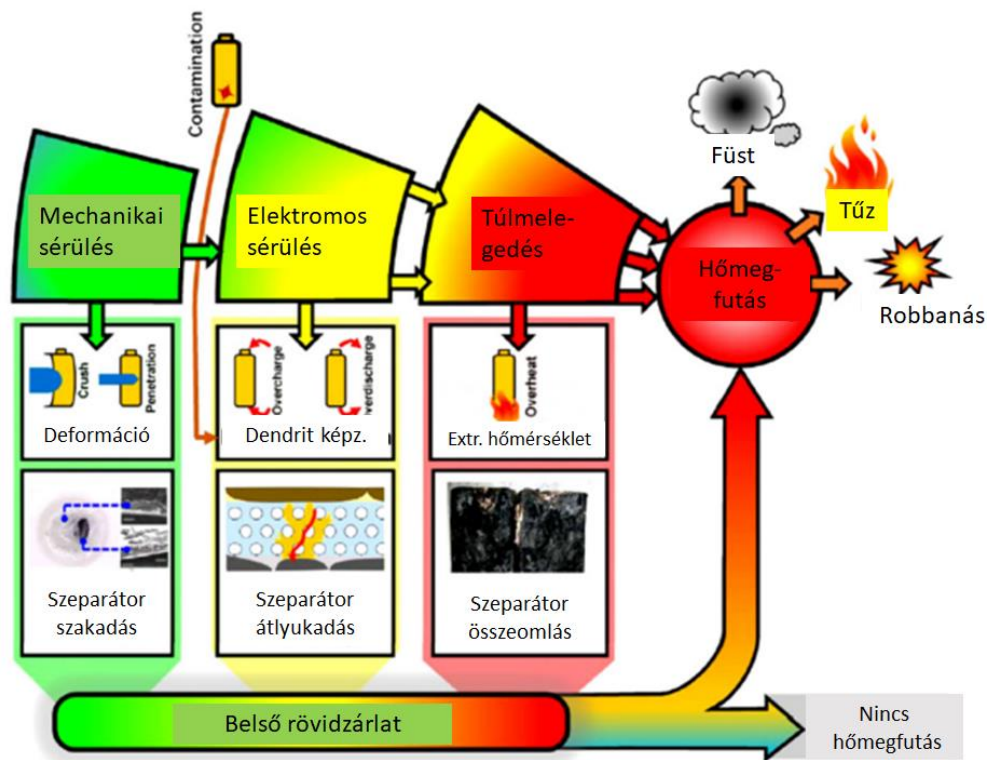


akkumulátorokat is érintő tűzoltási tevékenység főbb szabályozott pontjai, félkövér kiemeléssel a téma szempontjából fontosabb elemek:

- a nagyfeszültségű rendszer **áramtalanítása** az arra kijelölt szerkezeti elemmel végezhető el;
- a feszültség alatt lévő berendezések tüzeinél tűzoltó 400 V- ig áramtalaníthat; Ezen a vonalon továbbtekintve a biztonságtechnikai berendezések ismeretében, a beavatkozás biztonságos végrehajtása megköveteli a feszültségmentesítést. Mindezen okokból a Tűzoltás-taktikai Szabályzat alapján a kellő gyakorlattal és megfelelő védőfelszereléssel rendelkező tűzoltó az áramtalanítást a Tűzoltásvezető irányításával végrehajthatja.
- a megadott szabályozó alapján a tároló akkumulátor feszültségek, sorba kötött modulok esetében, jellemzően 150-650 V között lehetnek;
- a tűzoltói beavatkozás során az **akkumulátor telep fedelét nem szabad eltávolítani**, figyelemmel az elektromos égés, sokk, vagy áramütés veszélyére.

Az egyes hibrid (elektromos) járművek esetében az áramtalanítás csak az egyes típusokban eltérő módon és megjelölt helyen lévő áramtalanító retesz, illetve főbiztosíték eltávolításával hajtható végre. Amennyiben ez nem lehetséges, az elektromos főkábel elvágása került meghatározásra. Ide kapcsolódva további figyelmet kell fordítani a jármű **stabilizálását érintően** a nagyfeszültségű kábelekre. A szabályozás további része alapján tűz esetén **víz**, vagy **ABC tűzoltó készülék** használata ajánlott, valamint a magasfeszültségű akkumulátort tűz esetén **vízzel kell elárasztani**. [1]

A lítiumion akkumulátorok tüzeseteit érintő egyik fő problémakör a hőmegfutás jelensége, amely több okból is kialakulhat, elindítva egy önfenntartó és intenzív égést.



1. számú kép. A lítiumion akkumulátorok hőmegfutását érintő kialakulási okok szemléltetése  
Forrás: szerző által szerkesztve M. Ghiji és tsai munkája alapján [2]

Az 1. számú ábrán a különböző sérülési, tönkremeneteli események és azok várható további következménye látható. Nem minden esetben következik be a hőmegfutás és annak mértéke sem jelent minden esetben nehezen kezelhető tűzoltási feladatot. Amennyiben azonban a szélsőséges, nehezen oltható helyzet kialakul, gyors és biztos oltási lehetőségek nem állnak általánosan rendelkezésre.

## 2. TŰZOLTÁSI LEHETŐSÉGEK AZ AKTUÁLIS KUTATÁSOK ALAPJÁN

A következőkben az elérhető irodalom eredményeinek figyelembevételével kategóriákba rendezve kerülnek ismertetésre a tűz oltására felhasználható oltóanyagok lehetőségei.



## 2.1. Oltóvíz

A vízen alapuló tűzoltási módok a legköltség-hatékonyabbak változatos fajtájú oltandó anyagoknál, a legjellemzőbb esetekben. A lítiumion akkumulátorok tüzeinél szintén ez az oltóanyag kerül a legtöbb esetben alkalmazásra. A jó oltási - hűtési képesség mellett a hőmegfűtés jelenségét is mérsékelheti vagy akár meg is állíthatja, mindazonáltal a speciális égő anyag (li-ion akkumulátor) és a lezajló folyamatok okán további veszélyeket is hordoz magában az alkalmazása. Az oltóvíz kémiai reakcióba léphet vagy áramot is vezetheti, amely így zárlatot okozhat. Ezek újabb hőmegfűtési okot jelenthetnek az égő akkumulátor további részeiben.

Az oltóvíz bevetése, tűzoltósági alkalmazása során lehet alkalmazni

- a víz akkumulátorba,
- annak környezetébe juttatást vagy
- az égő akkumulátort, annak az adott káreseti helyzettől függő, a legkisebb méretű befoglaló elemét érintő elmerítést is.

A két különböző oltási mód nehézségei egyrészt az oltóvíz hatékony eljuttatása a járművek vagy berendezések megerősítetten védett és zárt, rejtett rekeszeibe, másrészt az elmerítés során a felhasználható eszközök és a kárhelyszín adottságaiból fakadó kérdések. Rendelkezésre áll-e megfelelő méretű tárolómedence vagy tartály, mekkora a legkisebb mérete az oltandó akkumulátorcsomagnak, annak eltávolítható befoglaló rendszerének, valamint hogyan oldható meg az elmerítés folyamata az adott – és a valós életben kifejezetten változatos – káreseti környezetben? A készenlétkben tartható, több funkciót is ellátni képes mobil konténerek beszerzésére és kialakítására már több javaslat, jól felhasználható irodalom is született. [3]

A vízzel oltási módszerek által azonban az egész akkumulátor rendszer és annak csatlakozó, érintett környezete is károsodhat. Korrózió és emellett azonnali vagy később bekövetkező rövidzárlat is felmerülhet az érzékeny elektronikai elemeket tartalmazó, a tűz által érintett berendezésben, járműben. Az oltóvíz tűzoltásra való bevetésének különböző formáit áttekintve történt már néhány vizsgálat ezek összehasonlítására.

Ezek alapján az egyes képességek, előnyei és hátrányai:

### 2.1.1. Vízszugár



Hagyományos tűzoltási módszer, amely által viszonylag nagy mennyiségű víz kijuttatása valósítható meg. Esetleges áramvezetés történhet nagyfeszültség jelenlétében, azonban a sugárképtől függően nagy távolságra is alkalmazható és pontosan irányítható.

## **2.1.2. Sprinkler**

Kisebb oltóanyagfelhasználás és kisebb áramvezetés jellemzi. Egy kötött vízszugárhoz viszonyítottan rövidebb távolságra alkalmazható. Oltás során már a lángot is jobban hűti, emellett kisebb lehet a másodlagos kár, a helyszínen hátramaradó víz jelenléte által az oltást követően okozott károsodás is. Az épületbe beépített sprinkler oltórendszerek azonban nem oltanak hatékonyan a védett területen tárolt járművek vagy egyéb berendezések zárt tereiben, így a különösen védett akkumulátorcsomagok felületén, közvetlen környezetében.

## **2.1.3. Nedvesített víz**

A hozzáadott anyagokkal az oltóvíz felületi feszültsége csökkenthető, ez által közvetlenebb oltóhatás érhető el a különböző felületeken a hagyományos oltóvíz alkalmazásához viszonyítottan. Ehhez az oltási módhoz szükséges habképző anyag felhasználása is és a szivattyú ilyen módon és körülbelül 1%-os bekeveréssel való működtetése. [4] További megoldás lehet a szélesebb körűen és rugalmasabban alkalmazható nedvesített víz vagy hab alkalmazására a habpatronok figyelembevétele. [5]

## **2.1.4. Vízköd**

A sprinklerhez viszonyítva lényegesebb kisebb cseppméretek előállítása, ezáltal még jobb hűtőhatás még gazdaságosabb vízfelhasználás (kisebb másodlagos kár) elérése. Mindez azonban még kisebb oltási távolság és irányíthatóság mellett valósul meg. A működtetéséhez nagynyomású rendszer szükséges és elsősorban zárt térben hatékony. A vízcseppek mérete és a jó helykitöltés okán a szennyezett füst (amely mérgező és gyúlékony) távoltartására, határolására is alkalmas. Nem a járműbe vagy védendő berendezésbe épített kivitelnél pontosan a tűz fészkeire nehezebben juttatható el, ott kisebb oltóhatást okoz és erősen érzékeny a levegőáramlásra. Az áttekintett irodalmak alapján különböző adalékok hozzáadása és ezek hatása a lítiumion akkumulátor tüzek hatékonyságára van vizsgálatok alatt, egyelőre nem tapasztalható jelentős áttörés. [6] [7]





## 2.2. Más típusú vagy jellegű oltóanyagok

A nemzetközi irodalomban elérhető néhány lítiumion akkumulátorok tüze esetében folytatott vizsgálat ismertetése a különböző, a hagyományos oltóvíztől eltérő oltóanyagok hatékonyságát érintően.

### 2.2.1. Hab

Hűti és le is zárja az oltott anyag felületét, gátat képez az égő anyag és a környező levegő – éghető gázok között, azonban a jó oltási képesség mellett korrozív hatása is lehet. A hatékonyabb oltáshoz be kell takarni a teljes cellát, ez Li-ion akkumulátor úgynevezett Jet tüzénél igen nehéz a nagysebességű éghető gáz kiáramlás okán. A hab képzéséhez az oltóvíz mellett habképző anyag és szivattyú valamint szakfelszerelések szükségesek. Ezek alternatívája lehet a habkiadósság mérsékelt volta mellett az előzőekben már említett habpatronok alkalmazása. [5]

### 2.2.2. Por

Általa a tűz kémiai reakción keresztüli hatékony oltása valósul meg a lángtérben, de az égő akkumulátor hűtése nem jellemző, a takaró hatása mérsékelt. Az akkumulátorcellák újra gyulladása könnyebben következhet be ez okból. Különösen zárt térben és nagy mennyiségben alkalmazva a légzést is veszélyezteti, a kijuttatott oltóanyag szennyezve az akkumulátort később további zárlatot okozhat.

### 2.2.3. Szén-dioxid

Alkalmazása során fojtja az égést, azonban a légzést is. Ez jelentős hatással van a közelben tartózkodókra, mentendő személyekre és sérültekre, valamint a beavatkozó erőkre. Oltás, alkalmazás után nem marad hátra oltóanyag-maradvány, azonban a Li-ion akkumulátorok tüzeinél alacsony az esetlegesen folyamatosan szükséges hűtési képesség. Speciális oltóanyag, amely nagyobb mennyiségben csak korlátozottan található meg a tűzoltó erők eszköztárában. Beépített oltórendszer részeként a védendő berendezés kezdeti tüzét jól olthatja, így a hőmegfutás jelenségét megelőzheti.

### 2.2.4. Halon



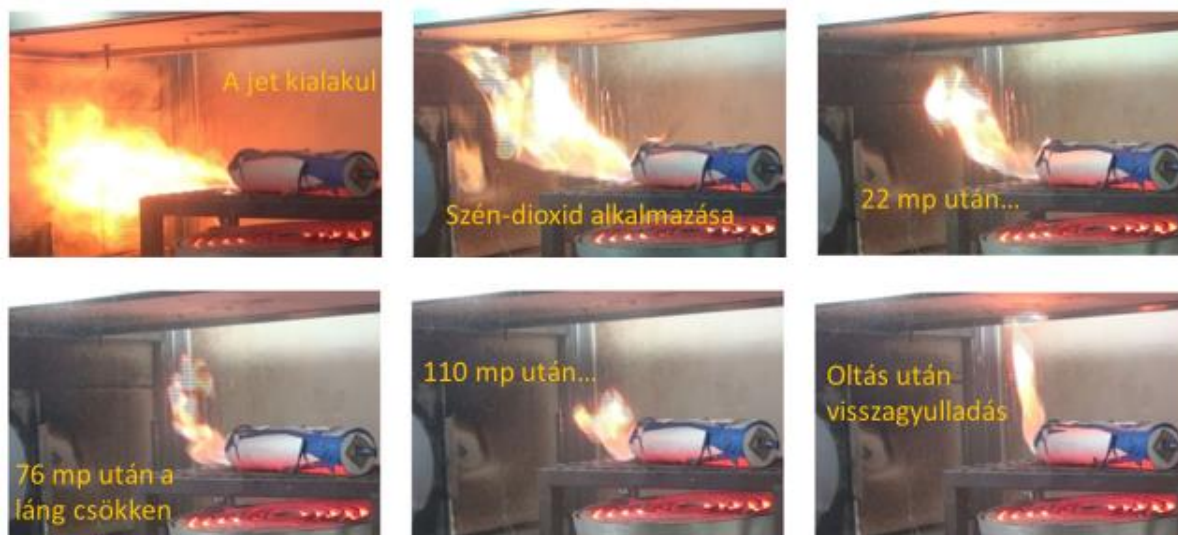
Hasonló hatású a szén-dioxidhoz, annál hatékonyabb módon, azonban 1994-ben betiltásra kerültek. A katonai területen való alkalmazhatósága a vizsgált téma és az általánosan szükséges eredmények szempontjából nem jelentős. A manapság is használható alternatívái által nyújtott oltási és hűtési képesség alacsony.

### 2.2.5. Folyékony nitrogén

Igen jó hűtési képesség jellemzi és nem mérgező. Igen nehéz azonban tárolni és szállítani, a tűzoltóságok által készenlétben nem tartott oltóanyag. Hasonlóan a szén-dioxidhoz, beépített oltórendszer részeként egy költségesebb védendő berendezés kezdeti tüzet jól olthatja és a hőmegfutás jelenségét megelőzheti.

### 2.3. Oltási kísérlet szén-dioxiddal

Egy szemléletes ábrán mutatható be az egyes lítiumion akkumulátorok Jet tüzeinek problematikája:



2. számú kép. Egy szén-dioxiddal történt oltási kísérlet fázisainak szemléltetése  
Forrás: Saját szerkesztés Lin Zhang és tsai munkájából [6]

A kísérletben egy nagyobb méretű akkumulátor tüzet vizsgálták szén-dioxid oltóanyaggal. Amint a képeken látható, a Jet láng és a heves, önfenntartó égés erősen korlátozza a hatékonyan





bevezethető oltóanyagok körét. Az alkalmazott szén-dioxid nem valósít meg megfelelő oltást és a tárgyalt speciális tényezők okán megtörténik a visszagyulladás is.

### 3. TÖBBSZEMPONTÚ TŰZVÉDELEM

A lítiumion akkumulátorok tűzvédelmét és tűzoltását érintően több, további vizsgálatra érdemes kérdéskör határozható meg.

#### 3.1. A lítiumion akkumulátorokat érintő tüzek helyszíne, környezete

Jelentős különbséget eredményez a védelem és a tűzoltástaktika, erő-eszköz szükséglet során maga az égő akkumulátor mérete, beépítettsége, hozzáférhetősége. Mindezek mellett eltérő helyzetet jelent a káreset helyszíne és környezete, az égés valamint a füst – egyéb égéstermékek, mérgező anyagok általi további veszélyeztetés. Jól szemlélteti ezt a kérdéskört a helyszíneken való gondolkodás. Példaképpen tekintve egy égő lítiumion akkumulátort tartalmazó berendezés vagy személyautó hatását a közvetlen környezetére nyílt, szabad térben vagy egy nagyobb létesítmény földfelszín alatti mélygarázsában, sűrűn parkoló járművek mellett, jelentősebb létszámban jelen lévő, a létesítményt használó személyek jelenlétében.

#### 3.2. A lítiumion akkumulátorokat érintő tüzek megelőzését, hatékonyabb felszámolását biztosító lehetőségek

A különböző tűzvédelmi megoldások jelentős hatással tudnak lenni a lítiumion akkumulátorokat érintő tüzek korai jelzésére, akár automatikus felszámolására. Ez magával vonzza a szükséges tűzoltósági beavatkozás idejének, a tűz kiterjedtségének korlátozását is. További tényezők befolyásolhatják a teljes felszámolhatóság idejét, erő-eszközigényét és a teljes kárértéket. Ezen a vizsgálati területen kérdés lehet a beépített tűzoltó rendszerek és azok hatékonysága. Itt a már felsorolt különböző oltóanyagok által a lítiumion akkumulátorok tüzeinél elérhető oltóképesség, valamint az oltóanyag tűzfészekhez jutásának lehetősége vizsgálendő.



A tűzoltóság beavatkozásának szükségessége során vizsgálandó a leghamarabb várható hatékony oltás ideje, a legközelebbi tűzoltó erők elérhetősége, a várható vonulási idő és a kikerkezést követően az adott valószínűsíthető kárhelyszínen a hatékony, azaz a konkrét tűzfészket, égő akkumulátor cellát érintő oltás megkezdésének ideje. A figyelembe vett valószínűsíthető kockázat és a védendő helyszínen vizsgálandó az egyéb védelmi lehetőségek biztosíthatósága úgy, mint az épület kialakítása (pl.: közlekedés, parkolás, a tűz és füst terjedés korlátozása), a létesítményüzemeltetés szervezési és felügyeleti lehetőségei, valamint az érintett – az oltás, a védekezés kezdeti szakaszában bevonható személyek képzési és továbbképzési lehetőségei.

### 3.3. A tűzoltás legfontosabb elemei és azok biztosíthatósága

Ezen a területen magának a tűz közvetlen oltásának a lehetőségeit érdemes vizsgálni. Itt szempont a minél **korábbi** és minél **hatékonyabb**, de emellett **több szempontú** oltóképesség. Ehhez kapcsolódik a folyamatos detektálás igénye és ez által adaptívan az egyes cellákhoz való oltóanyagjuttatás képessége. Megoldást jelenthetnek a beépített oltókapszulák, -vezetékek, -tartályok az egyes akkumulátorcellákban vagy az akkumulátor-rendszerekben.

A tűzoltástaktikát érintően előzetes szakmai konzultációk és vizsgálatok alapján hasznos a kombinált oltóanyagok egymásra épülő alkalmazása. Ez alapján a javasolt sorrend az egyes oltóanyagok bevetésére:

1. oltógáz
2. oltóvíz különböző formákban (vízsugár, sprinkler, majd vízköd – akár szakaszosan alkalmazva és végül elmerítés)
3. huzamosabb idejű oltás és további felügyelet
4. Az éghető gázok kiszellőztetése az oltást követően. [6] [7]



## FELHASZNÁLT IRODALOM

1. 6/2016. (VI. 24.) BM OKF utasítás, a Tűzoltás-taktikai Szabályzat és a Műszaki Mentési Szabályzat kiadásáról
2. M. Ghiji, V. Novozhilov, K. Moinuddin, P. Joseph, I. Burch, B. Suendermann, G. Gamble: A review of lithium-ion battery fire suppression, doi:10.3390/en13195117, Energies, 2020, 13(19), 5117 [www.mdpi.com/1996-1073/13/19/5117](http://www.mdpi.com/1996-1073/13/19/5117)
3. Balázs M. Ádám. (2020). Li-ion akkumulátoros gépjárművek tűzoltástaktikája: Cserefelépítményes hordozójárművek hazai bevetettségének vizsgálata elektromos és hibrid meghajtású személygépjárművek tüzeinek oltásánál. Belügyi Szemle, 68(8), 135-142. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2020.8.9>
4. Kuti Rajmund: Miben rejlik a vízköd tűzoltási hatékonysága?, Védelem Online: Tűz- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár, 7 p. (2014), <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/501-miben-rejlik-a-vizkod-tuzoltasi-hatekonysaga.pdf>
5. Foam Fast System weboldala, <http://scottyfire.com/product/foam-fast-foam-systems/>
6. Lin Zhang, Kaiqiang Jin, Jinhua Sun, Qingsong Wang, State Key: A Review of Fire-Extinguishing Agents and Fire Suppression Strategies for Lithium-Ion Batteries Fire, Fire Technology, doi.org/10.1007/s10694-022-01278-3
7. Dr. Kanyó Ferenc: Elektromos gépjárművek tűzoltásának nemzetközi és hazai tapasztalatai, Védelem Online: Tűz- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár ISSN: 2064 1559 : 2018/2 pp. 19-20. , 2 p. (2018)

**Dr. Pántya Péter** egyetemi docens

Nemzeti Közszerződési Egyetem  
Dr. Péter Pántya associate professor  
University of Public Service  
e-mail: [pantya.peter@uni-nke.hu](mailto:pantya.peter@uni-nke.hu)  
ORCID: 0000-0003-2732-2766