



# MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY

## Kiemelt közlemények

**PADÁNYI JÓZSEF:** *Monarchiás erődök  
a mesélő Boszniában*

**HAJÓS BENCE:** *Szemelvények a magyar  
közúti hidrobbantások történetéből*

**VÉGVÁRI ZSOLT:** *A rádióvezérelt improvizált  
robbanóeszközök elleni védelem*

*Lukács László professor  
emeritus 70. születésnapja  
alkalmából*

**34. évf. (2024)  
Különszám**

ISSN 2063-4986 (elektronikus)



**LUDOVIKA**  
EGYETEMI KIADÓ

## Műszaki Katonai Közlöny

A Nemzeti Közzolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kara, valamint a Magyar Hadtudományi Társaság Műszaki Szakosztályának elektronikus (online) megjelenésű tudományos folyóirata.

ISSN 2063-4986 (elektronikus)

Lukács László professor emeritus 70. születésnapja alkalmából

### Főszerkesztő

Kovács Zoltán

### Szerkesztőbizottság elnöke

Padányi József

### Szerkesztőbizottság

Cibulová Klára

Daruka Norbert

Hanka László

Hornyacsek Júlia

Horváth Tibor

Kovács Tibor

Kovács Zoltán

Kuti Rajmund

Lőrincz Árpád

Pavel Manas

Nagy Rudolf

Tóth Rudolf

### Szerkesztőség címe

Nemzeti Közzolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar  
Műveleti Támogató Tanszék

1101 Budapest, Hungária krt. 9–11. A épület, 949. iroda

Levelezési cím: 1581 Budapest, Pf. 15

E-mail: [kovacs.zoltan@uni-nke.hu](mailto:kovacs.zoltan@uni-nke.hu)

Telefon: +36 1 432 9000/29 539 • HM 02-22-9539

### Kiadó

Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Ludovika Egyetemi Kiadó

Kapcsolat: [www.ludovika.hu](http://www.ludovika.hu); [kiadvanyok@uni-nke.hu](mailto:kiadvanyok@uni-nke.hu)

1083 Budapest, Ludovika tér 2.

A kiadásért felel: Deli Gergely rektor

Olvasószerkesztők: Bujdosó Hajnalka, György László, Resofszi Ágnes

Tördelőszerkesztő: Fehér Angéla



# Tartalom

Lectori salutem! .....	5
Padányi József Monarchiás erődök a mesélő Boszniában. ....	7
Hajós Bence Szemelvények a magyar közúti hidrobbantások történetéből – Prof. Dr. Lukács László 70. születésnapjára ajánlva .....	17
Végvári Zsolt A rádióvezérelt improvizált robbanóeszközök elleni védelem. ....	31
Ember István Tesztrobbantási eredmények politejsavból készült kumulatív béléstestekkel. ....	47
Éles Péter, Terék Tamás Hagyományos lőszerrek élettartam-menedzsmentje az ENSZ elvei szerint – Tapasztalataink a RACVIAC által szervezett szemináriumról. ....	57
Hernád Mária Kémiai biztonság a robbantástechnikában. ....	67
Balogh Zsuzsanna Európai lőszerellátás és tárolási kapacitások a háború kapcsán. ....	89
Kovács Márk Improvizált robbanóeszközök az IRA és az Iszlám Állam módszerei, eljárásai és felhasznált eszközei között. ....	101
Vég Róbert László Forgó dugattyús befecskendezőszivattyúk a harc- és gépjárműtechnikában – Befecskendező szivattyú tehermentesítő szelep oktatási célú modell kialakítása 3D-nyomtatási technológiával .....	115
Norbert Daruka, Lóránd Kugyela Explosive Ordnance Detection in Areas Designated for Mining. ....	129
László Szalkai Law and Order Aspects of the Impact of an Explosion on the Human Body .....	143

Kuti Rajmund, Hajdú Flóra Kismotorfecskendőről üzemeltetett tűzoltórendszer vizsgálata modellezéssel és számítógépes szimulációval. ....	155
Szénási Imre A Leopard 2 A7HU átkelési lehetőségei vízi akadályokon .....	167
Bálint Ferenc, Pető Richárd A biztonságtechnikai mérnöki képzés múltja és jövője .....	191
Dénes Kálmán, Kovács Zoltán, Ember István Az éghajlatváltozás miatt fokozódó vízgazdálkodási problémák enyhítésének műszaki lehetőségei. ....	205
Bakos Tamás A létfontosságú rendszerek azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló hatályos magyar jogi dokumentumok .....	217

## Lectori salutem!

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar és a Magyar Hadtudományi Társaság Műszaki szakosztály tematikus online kiadványa, a *Műszaki Katonai Közlöny* folyóirat 2024. évi különszáma Lukács Lászlót, a hadtudomány kandidátusát, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem professor emeritusát, folyóiratunk egyik alapítóját és első főszerkesztőjét köszönti a 70. születésnapja alkalmából.

Olyan kutatók, barátok, katonatársak, volt kollégák és tanítványok írtak bele, akik sokat köszönhetnek Lukács tanár úrnak, és elismerésük, köszönetük, barátságuk kifejezéséként ajánlották fel a következő oldalakon olvasható írásaikat.

A tanulmányok kiválogatásakor igyekeztünk minél szélesebb palettáját megmutatni azon tématerületeknek – katonai és ipari robbantástechnika, robbantásos cselekmények és az ellenük való védelem, műszaki zárás, humanitárius aknamentesítés –, amelyekkel a tanár úr a tudományos munkássága során legfőképpen foglalkozott, foglalkozik. A szerzők mellett, akik nemcsak hogy vállalták a rendkívül szűk határidőket, de mindannyian érdekes és értékes tanulmánnyal járultak hozzá a különszámhoz, szeretnénk köszönetet mondani a szakmai lektoroknak is, akik magas színvonalon, rövid határidővel vállalták a kéziratok bírálatát.

A folyóirat jelenlegi főszerkesztőjeként és a Műszaki szakosztály elnökeként fejet hajtok egykori főszerkesztőnk előtt, aki majdnem 23 éven keresztül fáradhatatlanul, töretlen lendülettel végezte lapunk szerkesztését és menedzselését. Csak az első, kezdeti lépés volt nagyon egyszerű számára ebben a pozícióban, ahogyan azt a 2013. évi 1. számunkban olvashattuk is a visszaemlékezésében: „1991-ben, a Magyar Hadtudományi Társaság Műszaki szakosztályának alakuló ülésén vettem fel ötletként egy szakosztályi kiadvány megjelentetésének lehetőségét. Javaslatom elnyerte a vezetőség tetszését, és mindjárt rám bízta a gyakorlati megvalósítást is. Így lettem a *Műszaki Katonai Közlöny* főszerkesztője.”

Ezt követően viszont a főszerkesztői életet a dolgos, szorgalmas munkanapok jellemezték, ahol a szerzőkkel, lektorokkal, a nyomdai munkálatok anyagi támogatását vállalni hajlandó tudományos-szakmai szervezetekkel, parancsnokságokkal kellett állandó és folyamatos kapcsolatot tartani, koordinálni a teljes kiadványozási munkafolyamatot a kéziratok beérkezésétől a nyomdai munkáig, sőt, a lapszámonként 100–120 nyomtatott példány terjesztése és a köteles példányok leadása is a főszerkesztőre hárult.

Az ő érdeme elsősorban, hogy 1995-ben folyóiratunk megkapta az időszaki kiadványok nemzetközi azonosító ISSN-számát, valamint hogy 2004-ben a Magyar Tudományos Akadémia Hadtudományi Bizottsága lapunkat mértékadó folyóiratává fogadta. Mivel 2011-től már semmilyen anyagi támogatást nem sikerült találnia a nyomdai munkálatok költségeinek

finanszírozására, ő indította útjára a folyóirat online elektronikus változatát, amelyhez a tárhelyet az újonnan alakult Nemzeti Közszerkesztői Egyetem biztosította.

A közel 23 éven keresztül végzett főszerkesztői munkája során 53 lapszámban 478 tudományos cikk jelent meg, összesen 5671 oldal terjedelemben.

Kedves Laci bátyó!

Büszke vagyok rá, hogy engem erre a megszólításra is feljogosítottál, és arra, hogy tanítványod és utódod lehettem a Műszaki tanszéken, valamint, hogy követhettelek a folyóiratunk főszerkesztői székében.

Megköszönve a műszaki szakmáért, a tanszékért és a lapunkért végzett több évtizedes oktatói, tudományos és főszerkesztői munkádat, a folyóirat szerkesztőbizottsága nevében köszöntelek 70. születésnapod alkalmából, és családotd körében további hosszú, boldog nyugdíjas éveket, erőt és nagyon jó egészséget kívánok!

Kovács Zoltán  
főszerkesztő

Padányi József<sup>1</sup> 

# Monarchiás erődök a mesélő Boszniában

## Austro–Hungarian Fortifications in "Story-Teller" Bosnia

*Lukács László – talán mondhatom így, barátom – tiszteletre méltó katonai-szakmai pályát tudhat magáénak. Akkor fejezte be a Kossuth Lajos Katonai Főiskolát, amikor én elkezdtem azt, de rövid idő múlva már tanított engem is. Robbantás, műszaki zárás a szakterülete, amit ezen a területen tudni érdemes, azt ő tudja. Ami talán ennél is fontosabb, ezeket az ismereteket hajlandó is megosztani mindenkivel, akit érdekel ez a szép szakma. Laci publikációi az MTMT-ben megtalálhatók, 235 közlemény bizonyítja ismeretátadási készségét. Ízig-vérig katona és ízig-vérig tanár, minden szaván, minden gesztusán érződik a hiteles tanító ember. Tanítványa voltam, aztán munkatársa lettem, együtt szolgáltunk a Zrínyi Miklós Katonai Akadémián, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen, a Nemzeti Közszerződési Egyetemen, és ő váltott a Magyar Műszaki Kontingens parancsnokhelyettesi beosztásában Bosznia–Hercegovinában. A következőkben – közös emlékeink mentén – Bosznia–Hercegovina történelméből mutatunk be egy szeletet. Ahogy a Nobel-díjas Ivo Andrić (1892–1975) nevezte „a mesélő Boszniáról” írunk, bemutatva azt, hogy az Osztrák–Magyar Monarchia műszaki katonái hogyan erődítették meg a területet, hogyan alkottak csodálatra méltó építményeket ezen a gyönyörű földön, és mit mesélnek ezek a ma is meglévő erődök a ma műszaki katonáinak.*

**Kulcsszavak:** erődítés, okkupáció, örökségvédelem, erőd, Bosznia–Hercegovina

*László Lukács – whom I may call as a friend – has a venerable professional military career. He graduated from the Kossuth Lajos Military College, when I started it, and in a very short period of time, he was already lecturer there. Explosions and obstacles are his main professional interests, and what is worth knowing in these fields, he already does. What is even more important is that he is willing to share his extensive knowledge with anybody interested in these fields. His 235 works in the Hungarian Scientific Bibliography illustrate his contributions in sharing knowledge. A true soldier and a true teacher, whose every word comes off as authentic. I was first his student, and*

<sup>1</sup> Egyetemi tanár, Nemzeti Közszerződési Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, e-mail: [padanyi.jozsef@uni-nke.hu](mailto:padanyi.jozsef@uni-nke.hu)

*later his colleague at the Zrínyi Miklós Military Academy, the Zrínyi Miklós National Defence University, the University of Public Service and he took over the deputy commander role from me in Bosnia and Herzegovina as part of the Hungarian Engineering Contingent. On the following pages – as we have joint memories there – we are showcasing a slice of Bosnia-Herzegovina history. As the Nobel laureate Ivo Andrić (1892–1975) calls it, we are talking about the “story-teller Bosnia”. These pages show how engineer soldiers of the Austro-Hungarian Empire fortified the territory, how they created admirable structures on this beautiful land, and what lessons these fortifications tell to the engineer soldiers of today.*

**Keywords:** *fortifications, occupation, heritage protection, fortification line, Bosnia and Herzegovina*

## Bevezetés

1878. július 29-én lépte át az Osztrák–Magyar Monarchia hadserege a Száva folyót, hogy a berlini kongresszuson elfogadott határozat értelmében ellenőrzése alá vonja Bosznia és Hercegovina – illetve a Novi Pazar-i szandzsák – területét. Az okkupáció eredményeként a Monarchia „ráült” Európa egyik löporos hordójára, amely évtizedekkel később lángba is borította a világot és a birodalmat.<sup>2</sup>

A politikai döntést követően a katonák tették a dolgukat. Harcoltak, megszállták a területet, és mindent megpróbáltak, hogy meg is tartsák azt.<sup>3</sup> Műszaki tisztek generációinak jelentett szakmai feladatot, hogy Bosznia-Hercegovina veszélyeztetett irányában olyan erődöket és védelmi rendszert építsenek, amelyek a siker esélyét biztosították a megszálló hatalomnak. A terület geostratégiai elhelyezkedése miatt – a keleti határok menti, a területre igényt formáló, a Balkán-félszigeten mindinkább teret nyerő Szerbia és Montenegró okozta fenyegetés miatt – gondoskodni kellett az újonnan megszerzett terület biztonságáról, valamint az odavezényelt csapatok tartós elhelyezéséről. Ennek okán 1879-től kezdődően egészen 1918-ig laktanyák, őrházak és erődök, valamint egyéb katonai létesítmények egész sorát építették ki, ami teljes egészében megváltoztatta a tartomány katonai infrastruktúráját.<sup>4</sup>

A magyar hadtörténetírás máig adós a magyar műszaki katonák hozzájárulásának feltárásával ebben a hatalmas erődítési feladatban. A helyi hadtörténészek, örökségvédelmi szakemberek figyelmét ugyanakkor évtizedekkel ezelőtt felkeltették ezek a masszív építmények. Ennek az érdeklődésnek az eredménye egy korszakos mű, Manuel Martinovic tollából. A szerző két évtizedes munkával, módszeresen feldolgozta az elérhető forrásokat, a terepen pontosította és dokumentálta azok valóságtartalmát. A 2022-ben megjelent kötet horvát nyelven, 671 oldalon mutatja be a kutatás eredményeit.<sup>5</sup>

---

<sup>2</sup> TARJÁN [é. n.].

<sup>3</sup> BALLA 2008.

<sup>4</sup> MOLNÁR 2024.

<sup>5</sup> MARTINOVIC 2022.



## Erődövek Boszniában

A világháború előtt, vagyis az úgynevezett boldog békeidőkben a műszaki vezetést, illetve a katonai műszaki szolgálat két ágát különböztették meg: az erődépítészeti és a magasépítészeti szolgálatot. Az erődépítészeti szolgálat magában foglalta az államerődítés minden formáját, vagyis egyrészt a békében tervezett és kivitelezett állandó erődítéseket – tehát a szárazföldi és a tengerparti erődítéseket – amelyekhez az övvárak, zárók, páncélozott ütegek, hadikikötők, tengerparti ütegek tartoztak. Továbbá oda tartoztak a csak mozgósításkor, illetve közvetlen előtte vagy a háború kezdetén kiépítendő, azonban már békében megtervezett hídfőállások, zárt hídfők és egyéb erődítmények, amelyek kiépítése legtöbbször pénziári miatt a háborús időszakra halasztódott. Békeidőben a szolgálatot az övvárakban, illetve több zárócsoporthoz központjában elhelyezett hadmérnöki igazgatóságok, illetve a háború kezdetén végrehajtandó erődítések részére az erődépítési igazgatóságok látták el. Az előbbieket főleg Galíciában (Krakkó és Przemysl), továbbá Dél-Tirolban (Trient, Riva), Bosznia és Hercegovinában (Szarajevó, Mostar, Trebinje és Bilek), illetve a hadikikötőkben (Póla és Cattaro) helyezték el. Hazánkban csak Péterváradon, Komáromban és Gyulafehérvárott léteztek erődépítési fióki igazgatóságok, amelyek a Budapesten székelő erődépítési igazgatóság alá tartoztak. Ezen utóbbi szerv elsősorban a budapesti hídfőállások tervezésére és kivitelezésére volt hivatva.<sup>6</sup>

Karintia és Trient (Trento) városa megközelítésének biztosítására egy sor, teljesen új, modern és drága erőd épült. Ezzel párhuzamosan a fő haditengerészeti kikötő – az isztriai Póla (Pula) – tengeri oldalvédelmét három páncélozott parti erőd hozzáadásával kellett korszerűsíteni. Az északi határon Krakkó és Przemysl erődöveit is új tüzérségi erődökkel bővítették. Ezek a fejlesztések azzal jártak, hogy rendelkezésre álló összes pénzügyi forrás legalább 1884-ig le volt kötve. 1882-ben sürgőssé vált a Bosznia-Hercegovinában meglévő és építendő erődök helyzetének rendezése is, így egy bizottság a helyszínen szemrevételezte a fennálló helyzetet.<sup>7</sup> Ennek eredményeképpen alakították ki azokat a típuserődöket (órház-örtorony, védhető laktanya, tüzérségi erőd) (1. kép), amelyek aztán Bosznia-Hercegovina kijelölt körzeteiben az erődövek alapját alkották.<sup>8</sup>

<sup>6</sup> JACOBI 1938: 34.

<sup>7</sup> Ezt a bizottságot Daniel Freiherr von Salis-Soglio tábornok (1826–1919) vezette, aki a műszaki csapatok főfelügyelőjeként felelős volt valamennyi fejlesztésért.

<sup>8</sup> PACHAUER 2018: 151.



1. kép: Őrtorony a Szarajevó körüli erődrendszerben (Bistrik Kula)

Forrás: Fülöp Dóra fotója

A fejlesztéseket három ütemben hajtották végre, tekintettel a rendelkezésre álló forrásokra. Az első ütemben (1882–1886) intenzív építkezésbe kezdtek. Az erődöket 9 vagy 12 cm-es táborig lövegekkel szerelték fel. Ebben az időszakban az erődítmények és a védhető laktanyák egész sorát építették meg a Krivošije-ban, Trebinje és Bileća városait erődövek vették körül, amelyek között erődök és őrházak egyaránt voltak. Hasonló módon védték Mostar keleti oldalát, hídfőt alkotva a Neretva mentén. Avtovac, Stolac, Ulog-Obrnja, Nevesinje és Kalinovik városokat megerősítették, a stratégiai csúcson őrházak álltak, amelyeket félig állandó, nyílt útegek és védhető laktanyák rendszere támogatott.

A második ütemben (1887–1907) a Trebinje és Bileća körüli erődgyűrűket véglegesítették, illetve megerősítették a Krivošije és Mostar védelmét. Szarajevóban 1888-ban kezdődtek a munkálatok, ahol megépítették az első erődítéseket a főváros keleti határának biztosítására.

Bosznia–Hercegovina és Dalmácia keskeny nyomtávú vasútvonalainak biztosítására kis őrházakat építettek, elsősorban a hidak és alagutak védelmére koncentrálnak. A legtöbb ilyen őrház a Gabela–Zelenika vonalon (12 objektum) és a boszniai keleti vonalon épült. Általános mintájukban az övvárak őrházaihoz hasonló kialakításúak. A fő különbség az udvarok hiánya, és esetenként az oldalfalak elhagyása.

A harmadik ütemben (1908–1914) az erődrendszer átalakításának szükségessége került előtérbe, tekintettel arra, hogy a montenegrói hercegség 1903-ban nehéz ostromlövegekhez jutott. Az erődítésért felelős katonai vezetők olyan erődrendszer-hálózat építésére tettek javaslatot, amely a déli részek biztonságát garantálja. A páncélos erődök rendszere nagy tűzerővel és jelentős védőképességgel rendelkezett volna. A világháború kitöréséig azonban csak két erőd – a krivošijei Dvrsnik és a trebinjei Srač – volt az építkezés előrehaladott szakaszában, de azokat is csak 1918-ban fejezték be (2. kép). Bilecában, Kravicában és Trebinjében 1914-ben az építkezések a korai szakaszban maradtak.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> PACHAUER 2018: 155.



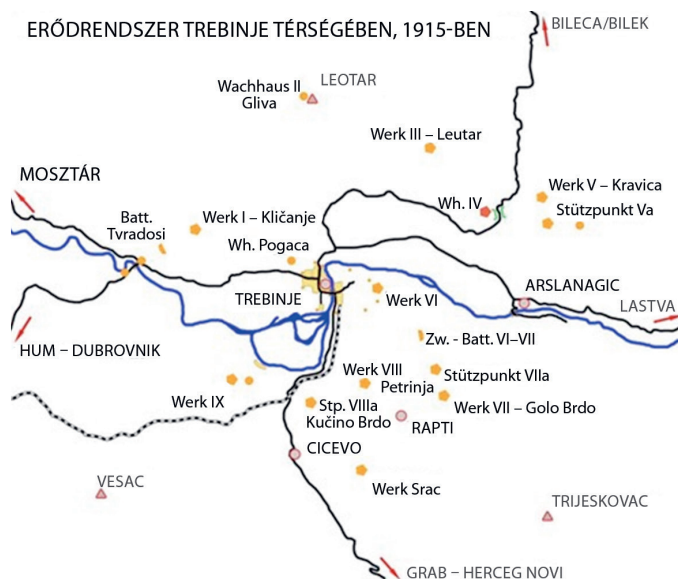
2. kép: Az erődrendszer elvi vázлата Bosznia-Hercegovinában, 1915-ben

Forrás: MARTINOVIC 2020 alapján a szerző szerkesztése

Trebinje stratégiai helyzete miatt kiemelt figyelmet kapott, hiszen lezárta azt az irányt, amelyben mind a Montenegró felől érkező támadás, mind a Montenegró felé meginduló osztrák–magyar hadsereg mozoghatott. A város körül – az óramutató járásával megegyező irányban észak felé nézve – összesen kilenc, I-től IX-ig számozott erőd épült fel. Ezek a műszaki szolgálat által elfogadott minta szerint vagy erődök, vagy megerősített őrtornyok voltak. A legfontosabb különbség az, hogy az erőd a könnyű gyalogsági fegyvereken kívül 270–300 fokos szögben fordítható tüzérségi fegyverekkel is rendelkezett, míg a megerősített őrtornyokban csak könnyű fegyverek voltak. Utóbbiak így figyelésre és az erődök közötti hézagok lezárására szolgáltak.

Trebinjében 4 nagy katonai laktanya is volt, amelyek a boszniai katonai építészet minden jellemzőjét viselték. A meghatározott számú katona elhelyezésére szolgáló laktanyákat védődőfalakkal, a sarkokon körkörös kilövéssre alkalmas építménnyel, azokon lönyilásokkal látták el. Az emeleteken az ablakokat mozgatható fémlemezek takarták, amelyek lehetővé tették a biztonságos tüzelést az esetleges támadókra.

Egy-egy katonai tábor parancsnoki, igazgatási létesítményeket, tiszti épületeket, kórházi osztályokat a sebesültek számára, lőszer- és élelmiszerraktárakat, pékségeket, katonák laktanyáit, istállókat és védelmi létesítményeket tartalmazott az azonnali védelem érdekében, mindezt magas falakkal körülveve. Trebinje adott otthont Bosznia-Hercegovina legmodernebb erődjének, a Strač-erődnek is. Az erőd teljes egészében betonból készült, és két forgószármolyos tüzérségi torony volt benne 100 mm-es tarackokkal, valamint fém forgó tornyokkal a géppuskákhoz és a tűz gyors áthelyezéséhez. Vasút is épült Trebinjébe, amely elengedhetetlen volt a trebinjei és bilecai överődtímenyek ellátásához (3. kép).



3. kép: Az erődrendszer kiépítettségének helyzete Trebinje városa körül, 1915-ben  
 Forrás: Stronghold VIIIa – Kučino Brdo [é. n.] alapján a szerző szerkesztése

Trebinjétől északra, a montenegrói határhoz még közelebb fekvő Bileća överőd státuszú erődítés volt. Ott, akárcsak Trebinjében, összesen 8, az óramutató járásával megegyező irányba mutató, I-től VIII-ig számozott, hasonló típusú erődöt építettek.

Bileća városában volt egy megerősített laktanya is, majd a városon kívül felépült egy nagyobb, megerősített katonai tábor is. A Trebišnjica folyó forrásánál vízellátó rendszert építettek ki, amely ellátta a katonai létesítményeket, továbbá Bileća egész városát. Ezenkívül minden erődhöz építettek nagyobb ciszternát, valamint vízgyűjtőket. A város körüli erődítmények között fedezékeket alakítottak ki, lezárva az esetleges réseket. Ezeket aztán árkok és szögesdrótok rendszerével erősítették meg. Az első világháború idején az itteni erődök egy részét a montenegrói tüzérség intenzíven lőtte, de jelentősebb károkat nem tudtak okozni.

Mostar – mint közigazgatási és katonai központ – talán a leginkább erődített városa volt a térségnek. Összesen 19 erődítményt építettek, amelyből a tüzérséggel rendelkező erődök száma 6, a megerősített őrtornyok száma 9. A többi megerősített pont volt árkokkal és fedezékekkel, elsősorban a könnyű fegyverek számára. Önálló erődítményként megerősített tornyok is voltak, amelyek közül az egyik a város északi bejáratánál, a Vrapčica kerületben, a másik négy pedig a központi erődítményen belüli Hum-dombon helyezkedett el. Az erődítményeket árkokkal kötötték össze, szögesdróttal az előterükben. Egyes állásokat acéllemezekkel erősítették meg, növelve az ott elhelyezett géppuskák védelmét. A város körüli magaslatokon – külső védelmi gyűrűként – 34 további állást, félig állandó erődítményt építettek ki.

A védelem belső magját az északi tábor, a déli tábor (benne a katonai kórház), a nyugati tábor és a keleti tábor alkotta. Emellett a logisztikai támogatás biztosítására átfogó infrastrukturális hálózatot hoztak létre. Ebben utak, vasutak, raktárak, vízgyűjtők, vízellátó

rendszer, lőterek, kórházak, katonai temetők voltak. Ezek azt mutatják, hogy Mostar és környéke Bosznia-Hercegovina legsűrűbben erődített városa volt. Még ma is lenyűgöző látvány a műszaki katonák találékonyságát bizonyító építmények rendszere, különösen az akkori technológia fejlettségének fényében.

Szarajevó Bosznia-Hercegovina közigazgatási központja volt, így a védelme is kiemelt figyelmet kapott. Sarajevóban 4 erőd épült, mívesen faragott kövekből, amelyeket acél forgó tornyokra telepített, 150 mm-es tarackokkal és 90 mm-es ágyúkkal szereltek fel. Magában a városban több laktanya volt minden szükséges infrastruktúrával. A város körül számos szögesdróttal és vizesárokkel ellátott védelmi terepszakaszt alakítottak ki.

Az eddig bemutatott erődítményeken kívül Kelet-Boszniában számos megerősített laktanya épült. A Drina menti városok voltak a leginkább megerősítettek, mint Goražde, Višegrad, Foča és Zvornik, amelyek közül az utolsónak volt a legnagyobb erődítménye a város felett.

Létezett terv egy modern, acéltornyokkal ellátott, tüzérségi betonerőd építésére is, de a háború kitörése közbeszólt. A szerb csapatok 1914-es gyors áttörése a Drinán azt jelezte, hogy a hadszíntér ezen szakasza nem volt kellőképpen megerősítve, míg a hercegovinai erődítmények teljes mértékben igazolták szerepüket. Az erődítmények speciális csoportját a fontos összeköttetési útvonalakon és a lakott területeken elhelyezett rendőrőrsök vagy csendőrlaktanyák alkották. A hadsereg nem rendelkezett ugyan joghatósággal a rendőrkapitányság felett, de Kelet-Hercegovinában és Kelet-Bosznia egyes részein ezeket védelmi létesítményként építették, figyelembe véve a helyi lakosság lázadásával kapcsolatos tapasztalatokat.

## Magyar műszaki katonák Boszniában

Az erődök építésében magyar műszaki katonák is jeleskedtek Boszniában. Nincs lehetőségünk erről átfogó képet adni, ezért néhány kiragadott példával igazoljuk a magyar műszaki katonák tehetségét ezen a területen.

Szederjei Elemér altábornagy (1868–1950) 1897-től a császári és királyi műszaki igazgatóságon teljesített szolgálatot a boszniai Mostarban, főhadnagyi rendfokozatban. Ebben az időszakban a boszniai erődrendszer megerősítése már kiemelt feladata volt az ott szolgáló műszaki szakembereknek. Az 1882-ben indult intenzív fejlesztési program 4 évtizedre munkát adott az erődítésben járatos műszaki katonáknak.

A három nagyobb szakaszra bontható időszak középső szakaszában (1887–1907) dolgozott itt Szederjei Elemér. Ekkor a Trebinje és Bileća körüli erődgyűrűket véglegesítették, és megerősítették Krivošije és Mostar védelmét. Sarajevóban 1888-ban kezdődtek a munkálatok, ahol megvalósultak az első erődítések a főváros keleti határának biztosítására. 1914-re a fejlesztések eredményeképpen 41 erőd, 9 ütegállás, 84 őrház, 22 földsánc (előerőd), összesen 155 erődített hely biztosította a stratégiai pontokat és irányokat.<sup>10</sup> Csak a Trebinje körüli kétkörös erődrendszerhez mintegy 100 katonai objektum tartozott, amely 4500 katonát volt képes befogadni.

<sup>10</sup> PACHAUER 2018.

Szederjei itteni szolgálata alatt, 1897 augusztusától októberéig a Nevesinje melletti Grad erődjének rekonstrukcióját irányította. Nevesinje fontos csomópont volt ebben az időszakban. Itt állomásozott a hegyi dandár parancsnoksága, a kerület csendőrségének parancsnoksága, a vám- és pénzügyőrség körzeti vezetése. A településen megerősített, jól védhető laktanyát építettek, és egy közeli magaslaton volt a Grad nevű erőd. Benne két 9 cm-es 1861 mintájú ágyú, lőrések a gyalogsági fegyverekhez és ciszterna.

Szederjeit 1897. november 27-én áthelyezték a sarajevói császári és királyi műszaki igazgatóságra. Ott a III. és IV. védelmi körzet műszaki tisztjeként, valamint a 2. számú (Zvornik) és az 1. számú (Kalinovik) gazdasági bizottság műszaki tanácsadójaként tevékenykedett. Zvornikban a folyópartot megerősítő védelmi építkezések kivitelezésében vett részt. Páncélkupolás erődök építését vezette: a Hum mellett található III. számú erőd építése közben a páncélkupolába szerelt 15 cm-es mozsár beépítését, majd a Pašino Brdo nevű, IV. számú erődben a lövegtalpak beépítését irányította.



4. kép: Pašino Brdo erődje  
Forrás: Fülöp Dóra fotója

Jelentős feladata volt a Kalinovik melletti Gradina erőd ütegének beépítése. A gradinai a Bosznia-Hercegovinában épített leghosszabb (130 m) Monarchia korabeli erőd volt. Kalinoviktól nyugatra, 1134 méteres magasságban található, s két sokszögű platformmal volt felszerelve a 90 mm-es lövegekhez. Mindegyik platformon 3 löveg volt. A Kalinovik körüli magaslatokon 3 erőd állt, ellenőrizve a völgyben futó utakat. 1898 őszétől a Hum mellett lévő III. számú erőd építését irányította annak teljes elkészültéig.<sup>11</sup>

Zelenka Zoltán altábornagy (1884–1942) szintén maradánot alkotott ezen a területen. 1913. november 1-jén a császári és királyi hadmérnök igazgatósághoz osztották be Trebinjében, amely talán a legfontosabb volt a Bosznia-Hercegovinában létrehozott igazgatóságok (Szarajevó, Mostar) közül.

<sup>11</sup> BALLA–PADÁNYI 2024.

Zelenka főhadnagy feladata az volt, hogy megtervezze a Golo Brdo överődöt, és hadászati szintű utak építésében is részt vett. Az erőd kézzel faragott kőtömbökből épült, mellette 9 ciszterna és egy istálló maradványai láthatók. A Trebinje feletti hegyeket a mai napig uralja a Strač nevű erőd, amely szintén a védelmi rendszer része volt (5. kép). Ez volt a Monarchia második legnagyobb katonai erődítménye. Az erődítményt két 100 mm-es ágyúval, két kisebb ágyúval, 24 géppuskával és 12 reflektorral szerelték fel. Az épület tetejére 4 acélkupolát terveztek, félig falazott, félig kőbe vésett formában. Strač építése soha nem fejeződött be, mivel Montenegró 1916-ban kapitulált, így a tervezett 4 kupolából csak kettő készült el.<sup>12</sup>



5. kép: Strač erődje

Forrás: *The Unknown Austro-Hungarian giant: Strač Fortress Near Trebinje 2022*

Herbert Ferenc vezérőrnagy (1858–1929) 1883. július 13. és augusztus 2. között megbízott századparancsnok volt alakulatánál Pettauban. 1884 májusától a Szarajevóból az ottani Trebović-hegyre vezető lovaglóút építészvezetőjeként, valamint a környékbeli erődök építésén dolgozott. 1884 decemberétől újra alakulatánál szolgált Pettauban, főhadnagyi rendfokozatban.<sup>13</sup>

## Összefoglalás

A Bosznia-Hercegovinában kialakított védelmi rendszer sok energiát és sok pénzt emésztett fel. Ezzel együtt, amikor szükség volt rá, betöltötte küldetését. Az erődítési építmények kialakítása, elhelyezésük elvei megfeleltek a kor követelményeinek, még mai állapotukban is lenyűgözik a látogatókat. A magyar műszaki katonák tehetsége, találékonysága, szorgalma is kellett ahhoz, hogy ezek megépüljenek, és több mint száz év távlatából is tisztelettel kell adóznunk

<sup>12</sup> BALLA–PADÁNYI 2023.

<sup>13</sup> BALLA–PADÁNYI 2022.

szakmai felkészültségüknek. Meggyőződésünk, hogy ezek az erődök és benne elődeink munkája a mi katonai-kulturális örökségünknek is része, így megismerésük és megismertetésük nem lehetőség, hanem kötelesség.

## Befejezés helyett

Bosznia-Hercegovina múltja legalább annyira viharos, mint a jelene. A Monarchia műszaki katonái az okkupációt követően hagytak nyomot ezen a gyönyörű vidéken, a Magyar Honvédség műszaki katonái – köztük Lukács László alezredes úr – az IFOR/SFOR-misszió<sup>14</sup> során. Mostar, Trebinje, Szarajevó, Zvornik, Višegrad olyan városai ennek a mesélő országnak, ahol egymás lábnyomában járva dolgoztak a magyar műszaki katonák, időn és téren át szolgálva legjobb tudásuk szerint.

## Felhasznált irodalom

- BALLA Tibor (2008): A magyar királyi honvédség és Bosznia-Hercegovina 1878. évi okkupációja. *Had-történelmi Közlemények*, 121(1), 3–38.
- BALLA Tibor – PADÁNYI József (2022): Műszaki kiválóságok: Herbert Ferenc. *Műszaki Katonai Közlöny*, 23(2), 43–54. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.2.3>
- BALLA Tibor – PADÁNYI József (2023): Műszaki kiválóságok: kutnai és eörvistyei Zelenka Zoltán. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(1), 5–13. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.1.1>
- BALLA Tibor – PADÁNYI József (2024): Műszaki kiválóságok: Szederjei Elemér altábornagy. *Műszaki Katonai Közlöny*, 34(1), 19–29. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2024.1.2>
- JACOBI Ágost (1938): *Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban*. Budapest: Közlekedési Nyomda.
- MARTINOVIC, Manuel (2020): k.u.k. Befestigungsanlagen in Bosnien und Herzegowina. *Truppendienst*, 2020. március 11. Online: <https://www.truppendienst.com/themen/beitraege/artikel/kuk-befestigungsanlagen-in-bosnien-und-herzegowina>
- MARTINOVIC, Manuel (2022): *Austrougarske utvrde u Bosni i Hercegovini*. Sarajevo: HKD Napredak.
- MOLNÁR Tibor (2024): Osztrák–magyar erődök Bosznia-Hercegovinában. *A Nagy Háború írásban és képből*, 2024. január 11. Online: [https://nagyhaboru.blog.hu/2024/01/11/osztrak\\_magyar\\_ero-dok\\_bosznia-hercegovinaban](https://nagyhaboru.blog.hu/2024/01/11/osztrak_magyar_ero-dok_bosznia-hercegovinaban)
- PACHAUER, Volker Konstantin (2018): Austro-Hungarian fortification in Bosnia-Herzegovina and Montenegro. Cultural Heritage between Value, Touristic Potential and Extinction. *International Journal of Heritage Architecture*, 2(1), 149–158. Online: <https://doi.org/10.2495/HA-V2-N1-149-158>
- Stronghold Villa – Kučino Brdo* [é. n.]. Online: [https://fort-net.org/lokacija\\_trebinje\\_trebinje\\_kucino\\_brdo/?lang=en](https://fort-net.org/lokacija_trebinje_trebinje_kucino_brdo/?lang=en)
- TARJÁN M. Tamás [é. n.]: Bosznia-Hercegovina okkupációja. *Rubicon online*, é. n. Online: [https://rubicon.hu/kalendarium/1878-julius-29-bosznia-hercegovina-okkupacioja?gc\\_id=14734383555&h\\_ad\\_id=676904752758&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwiMmwBhDmARIsABeQ7xQpMzVIFsArWF2cwmof\\_CoH6XQlNKnuG741-Oscw07n6sJYA8P4qXgaAp4VEALw\\_wcB](https://rubicon.hu/kalendarium/1878-julius-29-bosznia-hercegovina-okkupacioja?gc_id=14734383555&h_ad_id=676904752758&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwiMmwBhDmARIsABeQ7xQpMzVIFsArWF2cwmof_CoH6XQlNKnuG741-Oscw07n6sJYA8P4qXgaAp4VEALw_wcB)
- The Unknown Austro-Hungarian giant: Strač Fortress Near Trebinje. *Visit B&H*, 2022. február 4. Online: <https://visitbih.ba/en/the-unknown-austro-hungarian-giant-strac-fortress-near-trebinje/>

<sup>14</sup> Implementation Forces/Stabilisation Forces.



Hajós Bence<sup>1</sup> 

# Szemelvények a magyar közúti hidrobbantások történetéből

## Prof. Dr. Lukács László 70. születésnapjára ajánlva

### Highlights from the History of Hungarian Road Bridge Bombings

Dedicated to the 70<sup>th</sup> Birthday of Prof. László Lukács, PhD

*A hazai közúti hidak robbantásáról csak nagyon kevés publikációt találhatunk. A robbantással való rombolások végigkísérik a magyar hídtörténelmet. A leghíresebb magyar hidat, a Lánchidat már építés közben is kétszer fel akarták robbantani. Óriási károkat okozott a magyar hídállományban a második világháború is, amikor 1400 közúti hidat robbantak le. A hidrobbantások története részletes kutatásokat kíván, ehhez nyújt összefoglalót ez a tanulmány.*

**Kulcsszavak:** híd, robbantás, robbantástechnika, katonai rombolás

*Very few publications exist on the military destruction of domestic road bridges. The demolition of bridges by blasting is a permanent detail of Hungarian bridge history. The most famous Hungarian bridge, the Lánchíd, was twice attempted to be blown up during its construction in 1848–1849. World War II also caused huge damage to the Hungarian bridge stock, when 1,400 road bridges were destroyed. The history of bridge demolitions requires detailed research, which this study summarises.*

**Keywords:** bridge, demolition, demolition engineering, military ruin

<sup>1</sup> Hídszakértő, e-mail: [elsolanchid@elsolanchid.hu](mailto:elsolanchid@elsolanchid.hu)

## Bevezetés

A magyarországi hídrobbantások szakirodalma igen hiányos; különösen kevés olyan tanulmány jelent meg, ami a végrehajtott rombolásokat ismertetné, elemezné. Üdítő kivétel Padányi József részletes tanulmánya, amely Szlovénia leghíresebb vasúti völgyhídjának első világháborús rombolását ismerteti,<sup>2</sup> valamint Tóth Ferenc és Kovács Zoltán beszámolója a jugoszláv határhidak rombolásáról.<sup>3</sup> Célom a téma gazdagságának bemutatása, remélve, hogy a rövid összefoglaló írás ösztönzőleg hat a további kutatásokra.

A magyar szakirodalom gyors megismerését segíti Lukács László professzor *Robbantás-technika a hazai katonai szakfolyóiratokban az 1800-as évek végétől napjainkig* című új tanulmánykötete.<sup>4</sup> Időrendben a magyar hídrobbantások hat jelentősebb időszakát mutatom be, átölelve a modern hídépítés elmúlt 175 évét.

A hidak, átkelőhelyek létesítése mindig is szorosan kapcsolódott a katonai célokhoz – ahogy azok lerombolása is. Híres példa Julius Caesar Rajna-hídjainak építése és rombolása (Kr. e. 55 és 53), amivel látványosan demonstrálta a római hadsereg hídépítő képességét, valamint Traianus császár hídjának felépítése és lerombolása az Aldunán (Kr. u. 105), ami legfontosabb megközelítési útja volt Dacia provinciának.

Az ipari forradalom átalakította a hídépítést, megjelentek az acélból, majd vasbetonból emelt nagy nyílású hidak. Az építéstechnológiával párhuzamosan fejlődött a haditechnika is, megjelentek a hidak robbantására szolgáló eszközök, s általánossá vált a robbantóaknák építése is.

## A Széchenyi lánchíd építése (1839–1849)

A hídrobbantások történeti áttekintését érdemes a leghíresebb magyar híddal, az átadásakor világrekord méretű, 202 méter főnyílású Lánchíddal kezdeni. Hazánk és a főváros szimbóluma, a legnagyobb reformkori beruházás 11 év alatt épült meg William Tierney Clark (1783–1852) angol tervező és egyúttal az építésért is felelős igazgató vezetésével. Az építkezés helyszíni felelőse a megbízásában eljáró skót Adam Clark (1811–1866) volt, aki csupán 28 esztendőskorában lett a kivitelezés felelős mérnöke. Ő Magyarországon maradt, itt alapított családot, s napjainkban Clark Ádámként őrizzük emlékét.<sup>5</sup>

A Lánchíd építése sok bajjal és nehézséggel járt, ezek közül – témánkhoz illeszkedően – csak a robbantási kísérleteket és a sikeres robbantást mutatjuk be röviden. A hosszú építési időszak végén, 1848-ban kitört a forradalom, de ebben az időszakban zajlott a hídépítés leglátványosabb szakasza, a megépített alépítmények közötti áthidalószerkezet

<sup>2</sup> PADÁNYI 2018.

<sup>3</sup> TÓTH–KOVÁCS 2022.

<sup>4</sup> LUKÁCS 2023.

<sup>5</sup> Szépapám emlékét őrzi a Lánchídon kívül számos magyarországi műszaki alkotás, a budai vár alatti alagút, a Lánchíd budai hídfőjénél fekvő tér, amelynek névadója lett, domborműve a szegedi Nemzeti Emlécsarnokban, s díszes családi síremléke a Fiumei Úti Sírkertben.

építése is. A félkész hídszerkezet lerombolását a hadiesemények aktuális állásának függvényében mindkét fél tervezte.

Elsőként – a magyar csapatok támadásától félve – Heinrich Hentzi (1785–1849), császári és királyi vezérőrnagy, Buda osztrák parancsnoka rendelte el a híd felrobbantását 1849 tavaszán. Clark Ádám több alkalommal is személyesen egyeztetett vele, hogy megmentse a hidat. Jól jelzi e kor műszaki ismereteit és a függőhíd egészen újszerű voltát, hogy sikeresen lebeszélte az osztrák katonai vezetőt arról, hogy a lánckamrákat robbantsa fel, azzal érvelve, hogy olyan méretű a hídfő falazata, hogy nem tud benne elegendő kárt okozni a híd elpusztításához. Clark lebeszélte Hentzit második tervéről is, hogy a láncfűzére helyezték a lőporos ládákat. Az egész monarchiában jól ismert és tisztelt műszaki tekintélyével Clark Ádám javasolta, hogy a lőporos ládákat két keresztartó közé helyezték a budai parti nyílás közepén. Tanácsát megfogadták. A biztonság érdekében ekkor Clark a lánckamrákat elárasztotta vízzel, a szivattyút szétszereltette, majd a Dunán leúszatta, hogy ne legyen elérhető.

1849. május 4-én megkezdődött Buda ostroma. Hentzi május 13-án egész nap lövette Pest városát (a harcok során szétlőtték például Clark Ádám lakását is), közben számos találatot kapott a híd is; egy ágyúgolyótól kontakttalálatot kapott a láncfűzér egyik szélső láncszeme, súlyosan roncsolva azt. Május 20-án Hentzi halálos sebet kapott, másnap a magyar csapatok döntő rohamban elfoglalták a várat. Az ostrom eldőlt, a magyarok már megkezdték a bevonulást a várba, amikor Alois Alnoch von Edelstadt (1799–1849) császári mérnökkari ezredes, Hentzi segédtisztje, égő szivarjával felrobbantotta a Lánchídra helyezett lőporos ládákat. A detonáció a felismerhetetlenségig szétszaggatta a robbantót, a hídban viszont csak egészen kis kárt okozott – hála Clark Ádám „szakszerű” tanácsának. Nyolc eltört öntöttvas keresztartót kellett kicserélni, és egy rövid szakaszon a fa pályaszerkezetet javítani.<sup>6</sup>

A szabadságharc leverése után az uralkodó, Ferenc József császár a hidrobbantót hősnak nyilvánította, özvegyének és négy árván maradt gyermekének 1856-ban bárói rangot adományozott.<sup>7</sup> Alnoch hidrobbantásának pillanatáról monumentális olajfestmény is készült, ami ma is megtalálható Bécsben, a schönbrunni kastélyban, Ferenc József várószobájában.

Alig telt el két hét, amikor megfordult a hadihelyzet. Henryk Dembiński (1791–1864) altábornagy írásbeli utasítást adott Clarknak, hogy azonnal bontassa le a hidat, ellenkező esetben rombolására fog parancsot adni. Clark ekkor azonnal személyesen Dembińskihez sietett, hogy tervéről lebeszélje. Nála azzal érvelt, hogy az ország büszkeségének elpusztításával örökre beszenyezné nevét, s egész családja emlékét, miközben a híd felrobbantása bizonyosan nem jelentene ezzel összemérhető katonai előnyt. Clark javaslata szerint végül az elkészült faszervezetű kocspályát bontották vissza, átmenetileg járhatatlanná téve a hidat, de megmentve a vasszerkezetet.

1913 és 1915 között átépítették, illetve megerősítették a Lánchidat. A sors furcsa fintora, hogy ezt az időszakot is háborús állapotok, az 1914-ben kitört első világháború eseményei terhelték. Az építkezést akadályozó hidrobbantás azonban nem Budapesten, hanem Újvidéken következett be, ahol 1914-ben elpusztították a Duna-hidakat. 1915 januárjában ezért – ezek

<sup>6</sup> GÁLL 2005.

<sup>7</sup> WURZBACH 1864.

átmeneti helyreállításához, a Magyar Királyi Honvédség rendelkezésére – átvezényelték ide a Lánchíd állványozásához használt 50 méter támaszközű rácsos hídnylást és úszóállványt.<sup>8</sup>

A Lánchíd gyásznapja már a második világháborúhoz kapcsolódik: 1945. január 18. A vízszavonuló német csapatok, az összes többi Duna-hídhöz hasonlóan, utolsóként a Lánchidat is a hullámsírba küldték. Aláaknázták mindkét lánckamrát, de csak a pesti lánckamrában lévő töltetek robbantak fel, a láncok kiszakadtak és mindhárom hídnylás leszakadt. A budai lánckamrában lévő robbanószereket az újjáépítéskor ártalmatlanították.<sup>9</sup>



1. kép: A felrobbantott Széchenyi lánchíd, háttérben a budai várral

Forrás: Fortepan, 186689

## Nagyhidak előkészítése tervszerű robbantásra

A 19. század második felétől elsősorban a vasipar fejlődésének köszönhetően egyre több és egyre nagyobb híd épült Magyarországon is. A hídépítés számos területén újszerű megoldásokat, módszereket vezettek be. Fahidak helyett elsősorban rácsos acélhidak épültek, majd a 20. század elején hódító útjára indult az új építőanyag, a vasbeton is. A nagy hidak építése új alapozási eljárást igényelt, elterjedt a túlnyomásos süllyesztőszelekrényes alapozási módszer, a keszonos hidalapozás.

A hidak építésénél tervszerűen megjelent katonai igényként az esetleges rombolás, rombolhatóság vizsgálata, s az ezt szolgáló robbantóaknák létesítése. A korszak több nagyobb hídjánál épültek az alépitmények tervszerű rombolását könnyítő robbantóaknák.<sup>10</sup> Az erre vonatkozó előírások vagy irányelvek feltárása későbbi kutatás tárgya lehet.

A Ferenc József híd (ma Szabadság híd) építésének 1894-ben megkötött szerződésében ez áll: „A közös hadügyminiszter úr kívánatára köteles a vállalkozó cég a pillérekben robbantó

<sup>8</sup> HAJÓS 2021: 11.

<sup>9</sup> DOMONKOS 2024.

<sup>10</sup> LUKÁCS 2023: 259.

aknákat és az ehhez tartozó készülékeket az annak idején nyerendő utasítás szerint minden kártérítés nélkül előállítani, illetve szállítani.”<sup>11</sup> Szerencsére 1945-ben nem használták fel ezeket a robbantóaknákat, ezért a háború után a Szabadság hidat tudták leggyorsabban újjáépíteni.

Ismeretes, hogy a pozsonyi Duna-híd pillérében öt aknát, az esztergomi Mária Valéria Duna-híd pillérében három aknát, a budapesti Szabadság híd pillérében négy aknát építettek. Az alépítményi robbantóaknákat általában a mederpillérben építették, 40–45 cm átmérőjű, közel függőleges kürtővel, ami lehetővé tette a pillér tetejéről a robbanószer leeresztését a pillér terepszintjére vagy kis vízállási szintjére, hogy tövében lehessen átrobantani a felmenő falazatot mint a híd alátámasztását.<sup>12</sup> A robbantóaknák létesítését a magyar királyi Honvédelmi Minisztérium felügyelte.

A robbantóaknák történetének feldolgozását nehezíti, hogy ezeket a hidak tervei legtöbb esetben nem tartalmazták, hanem építés közben – a hadügyminisztérium helyszíni rendelkezései szerint – alakították ki, az aknák terveit pedig titkosan kezelték.

## A magyar Tisza-hidak rombolása: 1919

Kevésbé ismert és kutatott időszaka a magyar történelemnek az 1919. évi magyar–román háború. Az év során a harci események frontvonala mint természetes akadály, a Tisza vonala volt. 1919 tavaszán és őszén az összes vasúti és közúti Tisza-hidat részlegesen lerombolták, akadályozva a katonaság mozgását.

A hídtörténeti munkák – tükrözve az elmúlt évtizedek szelektív emlékezetét is – legtöbb esetben nagyvonalúan csak annyit közölnek, hogy 1919-ben harci cselekmények során a hidat felrobbantották. Részletes kutatást érdemel e korszak, feltárva az egyes rombolások krónikáját. Ismeretes, hogy a szolnoki Tisza-hidat 1919. július 26-án a visszavonuló magyar csapatok robbantották fel, a többi Tisza-híd robbantójaként valamennyi irodalomban a román csapatok szerepelnek.<sup>13</sup>

Az 1919. év robbantásai többségéről elmondható, hogy a rombolás elsősorban a felszerkezetet érintette, s csak a hidak egy részére terjedt ki, jellemzően egy nyílást pusztítva el.

A hidak újjáépítése a világegésben kivézett ország erejét terhelve 4–5 évig elhúzódott, de műszakilag viszonylag kisebb feladatot adtak, szemben a későbbi, második világháborús pusztítással.

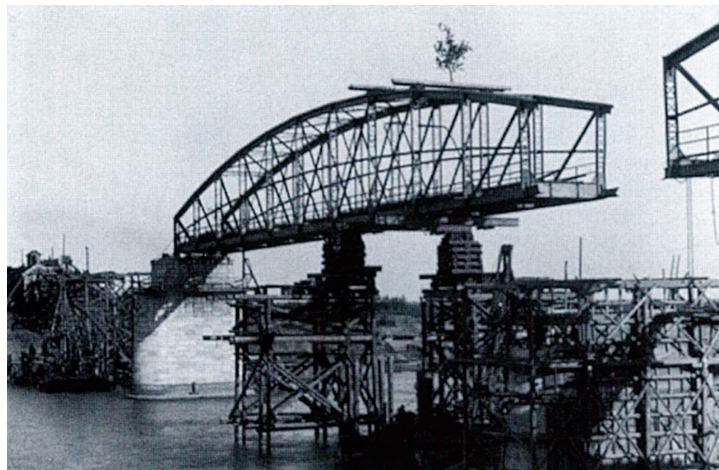
A romboláshoz alkalmasint csak néhány esetben használták a hidak robbantóaknáit (a fennmaradt fényképfelvételek tanúsága szerint például a tokaji vasúti Tisza-hídnál, 2. kép), inkább „csak” az acél felszerkezeteket robbantották le az alépítményekről (például a vásárosnaményi Tisza-hídnak csak a befüggesztett Gerber-rendszerű nyílását robbantták le).<sup>14</sup> Az alépítmények egységes rombolása nagyságrenddel nagyobb kárt okozott volna, többszörösére növelve a helyreállítás költségét és időigényét is.

<sup>11</sup> TÓTH 2009: 168.

<sup>12</sup> LUKÁCS 2023: 229–230.

<sup>13</sup> BEDE–TÓTH 2000.

<sup>14</sup> HAJÓS 2016.



2. kép: Az 1919-ben felrobbantott tokaji vasúti Tisza-híd szerkezete kiemelés után  
Forrás: HAJÓS 2016

## A Margit híd robbantásának katasztrófája

A második világháború hídrobbantásainak szomorú nyitánya a Margit híd pusztulása volt. Mint ismeretes, 1944. november 4-én a déli órákban a legnagyobb csúcsforgalomban összeomlott a Margit híd három pesti nyílása.

A híd 1872 és 1876 között épült törtvonalú hídtengellyel, a Margit-szigetet határoló mindkét Duna-ág fölött 3–3 nyílással. 1901-ben épült meg a középső pillértől kiágazó szigeti bejáró hidnyílás, ekkor nyerte el a híd az „Y” alaprajzot. 1935–1936-ban a hidat kiszélesítették és megerősítették, jelentős szerkezeti átalakításokat is végezve.

1944. november 4-én, minden előjel nélkül, a csúcsforgalomban, a Margit híd három pesti nyílása felrobbant. A halottak pontos száma nem ismeretes, a különböző forrásokban 100–500 halálos áldozatot említenek. A tragédiában meghalt a robbantás előkészítésén dolgozó 40 német utász is a híd belsejében.<sup>15</sup>

A robbanás 14:11-kor következett be.<sup>16</sup> Jól ismert és dokumentált, hogy először a pesti szélső nyílás omlott a vízbe, majd a pesti szélső mederpillér vízszintes elmozdulásának hatására szakadt le a pesti középső nyílás. Kicsivel később, ugyanezen okból, azaz a pesti sziget felé eső következő mederpillér vízszintes elmozdulása miatt omlott le a pesti Duna-ág sziget felőli, legnagyobb nyílása. Szerencse a szerencsétlenségben, hogy a lényegesen robusztusabb és a hídtengely iránytörését is megadó szigeti középpillér nagy merevsége megállította az omlássorozatot, így a három budai nyílás és a szigeti bejáró híd sértetlenül állva maradt.<sup>17</sup>

<sup>15</sup> GÁLL 2005.

<sup>16</sup> TÓTH 2010.

<sup>17</sup> KORDA 1947.

A robbanótöltetet a szekrény keresztmetszetű hegeszvas ívtartó tetőpontjába helyezték, a pesti szélső nyílás roncskiemelések a kiemelt egyes főtartók tetőpontjában a „robbantási rózsza” minden kétséget kizáróan felismerhető volt. Ugyanakkor a második nyílásban egyetlen ilyen sem találtak, itt a törési kép alapján a roncskiemelők a robbantást kizárták.

A Margit híd katasztrófájáról Páll Gábor így írt:

„A Margit hídon a robbanótöltetek elhelyezését november első napjaiban meg is kezdték. A munka folytatása közben 1944. november 4-én délben, teljes forgalom alatt a híd három pesti nyílása felrobbant. Zsúfolt villamoskocsik és gépkocsik csúsztak a becsuklott szerkezeten a Dunába, s több száz ember a folyóban lelte halálát. Mint később kiderült, robbanás tulajdonképpen csak a Pesthez legközelebb eső nyílásban történt, azonban a féloldali támaszát elvesztett IV. számú (Pest felől első) mederpillér kimozdult az egyensúlyából és a következő nyílás ívei is leugrottak a sarukról. Az eset a következő pilléرنél is megisméltődött s így a harmadik nyílás is a vízbe zuhant; csak a középső mederpillér nagyobb tömege tudott a szörnyű rázkódásnak ellenállni. A robbanás igazi oka ma sincs felderítve. Szándékos robbantásról nem lehetett szó, mert a németek éppen megelőző napokban telepítettek légvédelmi tüzéséget a budai és pesti feljárók torkolatába, a híd védelmére; de egyébként is, a Margit hídnak, mint a főváros egyik legnagyobb teherbírású hídjának, ekkor még fontos szerepe volt a német haderők hadmozdulatai szempontjából. Egy valószínűbbnek látszó felfogás szerint a robbanást szerelési hiba okozhatta; talán akkor következett be az explózió, amikor az elektromos gyújtás hálózatát ellenállásméréssel ellenőrizték, s abban áram keletkezett. Más vélemény szerint az elvágásra igen érzékeny német gyújtószinór gyulladhatott be, s ez okozta a katasztrófát. Mindkét elgondolás azonban csak akkor fogadható el, ha feltételezzük, hogy a tölteteket azonnal elesre szerelték, azaz a gyutacsokat is a helyükre tették. Ez általában nem szokás, de hogy az adott esetben eltértek-e a szokástól, nem tudjuk.”<sup>18</sup>

Seregi György Margit hídról írt tanulmánykötetében<sup>19</sup> említi dr. Gáll Imre másik tanulmányát, ami Hans Friessner német parancsnok emlékiratait idézi, megerősítve a katasztrófa véletlen bekövetkezését.

Rengeteg beszámoló, írás született ezen eseményről, ezek közül még említést érdemel egy katonai visszaemlékező írás 1967-ből.<sup>20</sup> Görgényi Dániel nyugalmazott vezérőrnagy írása a tragédiához vezető okok közé sorolja a híd aláaknázásának előkészítése körüli „kapkodásokat”. Beszámolója szerint 1944. november 3-án a német hadsereg váratlanul átvette a magyaroktól a hidrobbantás előkészítési munkáit.

Noha jelentek meg szabotázsakciókra utaló beszámolók is, minden mértékadó forrás egyetért abban, hogy a november 4-i tragédia nem volt szándékos. Szakmai szempontból egyetértés van a tönkremenetel módjában is: a pesti szélső parti nyílás omlott össze elsőként, ennek hatására a szomszédos pesti középső nyílás, majd a pesti sziget felőli legnagyobb nyílás is.

<sup>18</sup> PÁLL 2007.

<sup>19</sup> SEREGI 2010.

<sup>20</sup> GÖRGÉNYI 1967.

## A második világháború hidpusztítása

1944–1945-ben a folyamatosan hátráló német csapatok 1400 közúti hidat robbantottak fel. Elpusztult az összes Duna- és Tisza-híd. Voltak olyan útszakaszok, ahol az egészen kis hidakat is (3–4 m nyílásúak) kivétel nélkül felrobbantották.<sup>21</sup>

A háborús közúti hídkárokról szóló cikkek viszonylag egységesen adják meg a rombolt hidak számát, amit megyei bontásban tartalmaz az 1. táblázat. Megjegyzendő, hogy a tényleges közúti hídkár ennél bizonyosan nagyobb volt, az elterjedt összegzés ugyanis nem tartalmazott minden útkategóriát, illetve egyéb hibáktól is terhes. Tételes és hiteles kárjegyzék összeállítása további kutatásokat igényel. Példának okáért megjegyezhető, hogy ebben az összeállításban egész Csongrád vármegye 3 db híddal szerepel, miközben csak a Tisza és a Maros fölött 5 közúti hidat pusztítottak el (Szeged, Algyő, Csongrád, Makó és Magyarcsanak).

1. táblázat: Magyarország közúti hidállományában keletkezett szándékos rombolás okozta károk

Vármegye	Hidak száma (db)	Hidak hossza (fm)
Abaúj-Torna	42	560
Baranya	55	410
Bács-Bodrog	2	73
Békés	2	588
Bihar	17	447
Borsod	74	1471
Csanád	3	100
Csongrád	3	590
Esztergom	53	690
Fejér	89	454
Győr	54	1088
Hajdú	7	133
Heves	110	1352
Jász-Nagykun-Szolnok	26	1569
Nógrád	84	996
Pest-Pilis-Solt-Kiskun	117	1104
Somogy	79	760
Sopron	44	890
Szabolcs	83	1439
Szatmár	46	1117
Tolna	27	1165
Vas	96	1842
Veszprém	63	754
Zala	192	1957
Zemplén	28	493
Budapesti Duna-hidak	5	2200
<b>Összesen</b>	<b>1401</b>	<b>24 242</b>

Forrás: TÓTH 1981: 189.

<sup>21</sup> TÓTH 1981.



A második világháborús hídkár legfájóbb vesztesége kétségkívül a fővárosi Duna-hidak pusztulása volt. A szovjet csapatok 1944 decemberében már körülzárták Budapestet, az ostrom kimenetele nem volt kétséges, csak a veszteség nagysága. 1945. január 14-én a Petőfi hidat, január 16-án a Szabadság hidat (3. kép), január 18-án pedig a Margit híd budai oldali maradék három nyílását, az Erzsébet hidat és a Lánchidat is felrobbantották.<sup>22</sup>

A Duna-hidak robbantási előkészületei során mind a magyar közlekedési szakemberek, mind a magyar katonai szakemberek mindent elkövettek, hogy csökkentsék a hidak rombolásának mértékét. Hiába készültek részleges rombolásra javaslatok, a pusztítás teljes volt.



3. kép: Az 1945-ben felrobbantott budapesti Szabadság híd

Forrás: Fortepan – dr. Kramer István, 52106

A háború történetében találunk néhány hősiesség hidmentést is. A gyomai Hármas-Körös-hidat is fel akarták robbantani a németek, Kun Lajos szakaszvezető (más források szerint Forgács Imre) hiába tiltakozott ellene, végül egy magyar tizedes lelőtte a német tisztet. Ezt követően leszerelték a gyújtófelszerelést, és a híd megmenekült.<sup>23</sup>

Kalandosan menekült meg a győri Fehérvári úti felüljáró, a Pálffy híd is. Ez az egyetlen híd, amelyet 1945 márciusában nem robbantottak fel a városban. A szabadhegyi Németh János észrevette, hogy a robbantó részleg merre vezetete az elektromos gyújtókábeleket. Rábeszélte a híd melletti vasúti őrházban szolgálatot teljesítő Czapp Józsefet, hogy a híd alatt vágja el a gyújtókábelt. A németeknek már nem volt idejük a kábelek kijavítására. Amikor a szovjet harcok megérkeztek, pár percig megtorpantak, csapdát sejtve, de a híd túlélte a háborút.<sup>24</sup> Érdemes volna összegyűjteni a hasonló történeteket, valamint az eredménytelen, sokszor önfeláldozó próbálkozásokat is.

<sup>22</sup> GÁLL 2005.

<sup>23</sup> BORUS 1969; KÓS 1972; TÓTH 1995.

<sup>24</sup> MENTES–GALGÓCZY 1993: 44.

A lerombolt hidak helyreállítása mai napig nem fejeződött be teljesen. Mindenképpen megemlítendő, hogy máig újjáépítetlen egy közúti Tisza-híd, ami egykor Balsa és Kenézlő között állt, átvezetve a közutat és a kisvasutat is.<sup>25</sup> Továbbá több híd újjáépítése elmaradt határfolyóinkon, az Ipolyon és a Maroson is.

## A második világháborútól napjainkig

A második világháború hidrobbantásainak hagyatéka kettős. A földben, esetleg a híd belső üregében maradt robbanószerek, tűzserégi lövedékek veszélyes örökséget jelentenek ma is. Éber elővigyázatosságot követel minden munka, amelyet híd környezetében végeznek. Különösen a nagy hidaknál ma is nélkülözhetetlen a beavatkozás előtti lőszermentesítés, folyami hidak esetében kiegészítve alapos bűvármunkával.

Visszamaradt robbanószerekre kell számítani háborút túlélő robbantókamrák, fészkek esetében is. Az újjáépítések során különös gonddal ellenőrizték ezeket, megsemmisítve az esetleges fel nem robbant eszközöket, de az óvatosság mindig megköveteli a legveszélyesebb állapot feltételezését. Erre olvasható egy csehországi példa, hídfelújításhoz kapcsolódóan.<sup>26</sup>

A hidrobbantások további öröksége, az eljövendő háborús helyzetre készülve, a könnyű és gyors hidrobbantás eszközeinek kiépítése. 1965-ig kötelező volt a közúti hidakat robbantó aknával ellátni, a legnagyobb titoktartás mellett.<sup>27</sup>

Mai szemmel cinikus a híd pusztítását szolgáló építményrészek titkos megnevezése: „hídvizsgáló berendezés”. A híd terveitől elkülönítve kezelt tervlapon szerepelhetett csak a robbantókamra vagy más rombolást segítő eszköz, s e terveket a titkos ügykezelés (TÜK) rendje szerint kellett kezelni. A híd egyéb tervlapjain, általános terveken, műszaki leírásban ezekről nem lehetett említést sem tenni. Ez a tervrészek között ellentmondást eredményezett: például a híd pillére a részletterven homogén, tömör, egyenletes vasalással, a valóságban azonban a titkos tervlap szerint beleépítették a pillértest közepébe azt a robbantóaknát, amelybe a leeresztett robbanószerrel könnyen és gyorsan végezhető a tömör vasbeton hídpillér rombolása közbehelyezett összpontosított töltetekkel.<sup>28</sup>

A titkos ügykezelés ellenére jellemzően ezek a robbantóaknák, fészkek legtöbbször nem maradtak titokban. Típusmegoldás volt a hídfő tömör falába épített robbantófészkek, amit a hídfő homlokfalán szabványos, lakásokhoz gyártott kéményajtóval zártak le. Azonban sok más áruhoz hasonlóan a kéményajtó is hiánycikk volt, ezért ezeket jellemzően a híd átadása után hamar ellopták (4. kép).

A megépített robbantóaknák mára elvesztették katonai jelentőségüket. Egy-egy hídfelújításhoz kapcsolódóan ezek kibetonozhatók: a közelmúltban például megszüntették a tokaji Tisza-híd és a tiszalöki Keleti-főcsatorna-híd hídfőjében lévő függőleges robbantó aknapárt.

<sup>25</sup> A tanulmányban csak a közúti hidakkal foglalkoztam, a vasúti hidak közül máig nem épült újjá a szegedi Tisza-híd.

<sup>26</sup> HOLST–GIRETH–KOVÁCS 2001.

<sup>27</sup> TÓTH 2009.

<sup>28</sup> BUNYITAI–DARUKA 2023: 14.

A kibetonozás kívánatos a hídfőfal korrózióvédelme szempontjából, illetve ezzel kizárható ezek felhasználása bűnös célú robbantáshoz. A tiszalöki híd esetében a hídfő homlokfalán acéllemezrel lezárt fészekből vezetett két 60 cm belső átmérőjű ferde akna a híd alapozási szintjéig, a két aknában egy-egy acélkosár volt bekészítve a robbantószer óvatos leeresztéséhez (5. kép).

A robbantóaknák mellett sok esetben építettek mászást, kapaszkodást könnyítő hágcsokat, kikötési pontokat, könnyítve a híd robbantószerrel való felszerelését. Az acéltartóval együtt dolgozó vasbeton pályaemezes öszvérhidak robbantási előkészítésének típusmegoldása volt, hogy a mászó hágcsokkal elérhető robbantószer tartó dobozokat építettek a hídnylás közepére (6. kép). A robbantófészek szélsőséges példája a borsodivánkai Eger-patak-híd, ahol a vasbeton főtartót lyukasra készítették, megkönnyítve a húzott betonacélok átrobantásával való hidrombolást (7. kép).



4. kép: A mezőtúri Hortobágy–Berettyó-csatorna-híd kéményajtós robbantófészkei napjainkban (a két felső, nagyobb fészek a híd emelési pontjai, a három kisebb nyílás a robbantónyílás)  
Forrás: a szerző felvétele



5. kép: A tiszalöki Keleti-főcsatorna-híd kibetonozott robbantóaknája a leeresztő kosárral  
Forrás: a szerző felvétele



6. kép: Tiszaberceli Lónyay-főcsatorna-híd robbantószerelvényei

Forrás: a szerző felvétele



7. kép: A borsodivánkai Eger-patak-híd vasbeton főtartója robbantó fészekkel

Forrás: a szerző felvétele

## Összegzés

A magyar hidépítés-történet máig feldolgozatlan területe a hidak robbantása. A hazai hidállományban óriási pusztítást okozott a második világháború, ezek hatása máig kihat a közúthálózatra.

A magyar közúti hidrobbantások néhány részletének bemutatása jól bizonyítja, hogy további kutatások szükségesek.

## Felhasznált irodalom

- BEDE János – TÓTH Ernő szerk. (2000): *Hidak Jász–Nagykun–Szolnok megyében*. Szolnok: Jász–Nagykun–Szolnok Megyei Állami Közútkezelő Kht.
- BORUS József (1969): Békés megye felszabadulása. *Békési Élet*, 4(3), 393–420.
- BUNYITAI Ákos – DARUKA Norbert (2023): Építményszerkezetek robbantással történő ipari bontásának, katonai tönkretételének és bűnös szándékú rongálásának összehasonlítása. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(4), 5–19. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.4.1>
- DOMONKOS Csaba (2024): *A Lánchíd története 1849-től a XXI. századig*. Budapest: Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum.
- GÁLL Imre (2005): *A budapesti Duna-hidak*. Budapest: Hídépítő – VÉ-KA.
- GÖRGÉNYI Dániel (1967): Egy híd halála. *Honvédségi Szemle*, (11), 88–89.
- HAJÓS Bence (2008): Bevezető a vásárosnaményi II. Rákóczi Ferenc Tisza-híd pályaszerkezetének átépítéséhez. In KARA Katalin (szerk.): 49. *Hídmérnöki konferencia előadásainak gyűjteménye*. Biri: Első Lánchíd Bt., 83–95. Online: [https://hidak.hu/konyvek/Lanchid\\_10\\_hidkonf.pdf](https://hidak.hu/konyvek/Lanchid_10_hidkonf.pdf)
- HAJÓS Bence szerk. (2016): *Hidak Szabolcs–Szatmár–Bereg megyében*. Budapest: Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ.
- HAJÓS Bence (2021): *A Széchenyi lánchíd szerelési naplója II. (1914. december 20. – 1915. december 18.)*. Lánchíd füzetek 26. Biri: Első Lánchíd Bt. Online: [https://hidak.hu/konyvek/Lanchid\\_26\\_szerelés.pdf](https://hidak.hu/konyvek/Lanchid_26_szerelés.pdf)
- HOLST, Leonard – GIRETH, Jan – KOVÁCS Tibor (2001): Közúti híd robbantó kamráinak keresése a szerkezet megbontása nélküli ellenőrzésének módszerével Tábor városban. *Műszaki Katonai Közlöny*, 11(1–3), 3–12.
- KORDA István (1947): A Margit híd roncskiemelése. *Magyar Technika*, (1), 16–20.
- KÓS Ferenc (1972): Adalékok Gyoma felszabadulásának katonai történetéhez. *Békési Élet*, 7(3), 421–426.
- LUKÁCS László (2023): *Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban az 1800-as évek végétől napjainkig*. Budapest: Ludovika.
- MENTES Zoltán – GALGÓCZY József (1993): *Hidak Győr–Moson–Sopron megyében*. Győr: Győri Közúti Igazgatóság.
- PADÁNYI József (2018): Az Osztrák–Magyar Monarchia egyik utolsó hídja. *Műszaki Katonai Közlöny*, 28(1), 353–361.
- PÁLL Gábor (2007): *A budapesti Duna-hidak története*. Lánchíd füzetek 6. Biri: Első Lánchíd Bt. Online: [https://library.hungaricana.hu/hu/view/HidakUtak\\_Lanchid\\_06/?pg=0&layout=s](https://library.hungaricana.hu/hu/view/HidakUtak_Lanchid_06/?pg=0&layout=s)
- SEREGI György (2010): *A Margit híd 1871–2010. Fejezetek egy Széchenyi-díjas mérnök naplójából*. Budapest: ÉTK.
- TÓTH Ernő szerk. (1995): *Hidak Békés megyében*. Békéscsaba: Békéscsabai Közúti Igazgatóság.
- TÓTH Ernő szerk. (2009): *Duna-hídjaink*. Budapest: Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ.
- TÓTH Ferenc (2010): Roncsok és események a Margit híd környezetében. I. rész. *Haditechnika*, 44(1), 70–73.
- TÓTH Ferenc – Kovács Zoltán (2022): Hidak a magyar–jugoszláv határon. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(1), 27–48. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.1.3>
- TÓTH László (1981): Magyarország úti veszteségei a második világháborúban. In *A Kiskőrösi Közúti Szakgyűjtemény évkönyve*. Kecskemét: KPM Közúti Igazgatóság, 180–197.
- TRÄGER Herbert (1968): *A közúti hídszabályzatban foglalt méretezési előírások 1967. évi módosításának műszaki-gazdasági elemzése*. Műszaki doktori értekezés.
- WURZBACH, Constant (1864): *Biographisches lexikon des kaiserthums Oesterreich. K. K. Hof- und staatsdruckerie*. Wien: K. K. Hof- und Staatsdruckerie.
- ZSÁMBOKI Gábor (2007): *Acélszerkezetű közúti hidak építése hazánkban 1945–1969 között*. Lánchíd füzetek 3. Biri: Első Lánchíd Bt. Online: [https://hidak.hu/konyvek/Lanchid\\_03\\_Zsamboki.pdf](https://hidak.hu/konyvek/Lanchid_03_Zsamboki.pdf)



Végvári Zsolt<sup>1</sup> 

# A rádióvezérelt improvizált robbanóeszközök elleni védelem

## Protection against Radio-Controlled Improvised Explosive Devices

Magyarországon – a szomszédunkban zajló orosz–ukrán, illetve a gázai háború ellenére – az improvizált robbanóeszközök (IED-k) most kevésbé vannak reflektorfényben, mint korábban az afganisztáni és iraki szövetséges megszállás alatt voltak, de ezek továbbra is veszélyes fegyverek. A világ távolabbi részein zajló fegyveres összecsapásokban és az említett két konfliktusban is alkalmazzák őket. Mivel valószínűleg a belátható jövőben is veszélyt jelentenek mind a haderőkre, mind a civil lakosságra, a védekezés ellenük továbbra is kulcsfontosságú. Ez az írás az IED egyik fajtája, a rádió-távvezérelt eszközök elleni védekezés módszereit és lehetőségeit mutatja be.

**Kulcsszavak:** improvizált robbanóeszköz, IED, rádió-távírányítás, zavarás

In Hungary, with the Russo-Ukrainian war and the war in Gaza, improvised explosive devices (IEDs) are less in the spotlight now than they were during the allied occupation of Afghanistan and Iraq, but they still remained dangerous weapons. They are still used in armed conflicts in remote parts of the world and in these two conflicts too. As they are likely to continue to pose a threat to both military forces and civilians for the foreseeable future, defending against them remains elemental. This article describes the methods and options for countering one type of IED, the radio-remotely controlled device.

**Keywords:** improvised explosive device, IED, radio remote control, jamming

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Haditechnikai Tanszék, e-mail: [Vegvari.Zsolt@uni-nke.hu](mailto:Vegvari.Zsolt@uni-nke.hu)

## Bevezetés

Az improvizált robbanóeszközök olyan robbanószerkezetek, amelyek nem gyárban, hanem a hadszíntéren megtalálható, jellemzően nem katonai anyagok felhasználásával, ügyes kezű emberek által ad hoc módon összeszerelve készülnek. Az aszimmetrikus hadviselés tipikus fegyverei, a gerillák kedvelt eszközei a nagyobb hagyományos katonai erőt felvonultató reguláris hadseregek ellen, de a terroristák is széles körben alkalmazzák.

## Az improvizált robbanóeszközök alkalmazása és típusai

Lényegében a puszkapor feltalálása óta megvan a lehetőség improvizált robbanóeszközök alkalmazására, de csak a 20. század első felétől beszélhetünk szignifikáns jelenlétről. Az első, jelentős számban használt IED-nek (*improvised explosive device*) a Molotov-koktél tekinthető. Vietnámban is alkalmaztak úgynevezett Body-trapeket (lényegében aláaknázott holttesteket), de az IED-vel végrehajtott támadások csak a 21. században érték el azt a szintet, hogy napi témává váljanak.<sup>2</sup> Ennek oka, hogy bizonyos országokban, ahol a reguláris haderő (ha volt ilyen) alulmaradt egy másik fegyveres erővel szemben, de az ellenállásnak megmaradt a bázisa a lakosság körében, akkor a kialakuló gerillamozgalom az internetet használva könnyen és egyszerűen hozzájuthat ahhoz a minimális tudáshoz, ami egy ilyen eszköz építéséhez kell, illetve a globalizált kereskedelem révén maguk a szükséges összetevők is elérhetők. Ezek a feltételek a megelőző időszakban nem álltak fent, ezért volt lényegesen kevesebb ilyen jellegű támadás például a vietnámi háború során.<sup>3</sup>

A szövetséges megszállást követően csak Afganisztánban 2009-ben 9300 darab, 2010-ben 15200 darab, míg 2011-ben 16500 darab IED-t észleltek és hatástalanítottak.<sup>4</sup> Ez a fenyegettség a megszállás alatt folyamatosan fennállt, a nem hatástalanított improvizált robbanóeszközök 2011 és 2020 között Irakban és Afganisztánban összesen közel 3000 szövetséges katonát öltek meg, ami a teljes veszteség közel 50%-a. A járulékos civil veszteség ennek legkevesebb a négyszerese volt.<sup>5</sup>

A cikk írásakor nagy intenzitással zajlik az orosz–ukrán háború a szomszédunkban, de itt reguláris haderők csapnak össze, amelyek rendszeresített fegyverzete jóval hatékonyabb bármilyen improvizált eszköznél, így nincsenek igazán rászorulva arra, hogy kisipari módszerekkel hozzanak létre robbanóeszközöket. Mindezzel együtt az orosz támadást követően felröppentek meg nem erősített hírek, hogy a megszállt területeken az orosz erők ilyeneket alkalmaztak.<sup>6</sup>

Az viszont tény, hogy az orosz inváziót megelőző 12 évben az oroszbarát szakadár erők nagyszámú, évente 50–100 IED-támadást hajtottak végre,<sup>7</sup> amelyek azért kaptak kisebb publi-

<sup>2</sup> KISS 2009.

<sup>3</sup> DARUKA 2014.

<sup>4</sup> HORVÁTH 2018.

<sup>5</sup> A Decade of Global IED Harm Reviewed 2020.

<sup>6</sup> PONNEZHATH 2022.

<sup>7</sup> VÉGH 2022.



citást, mert elsősorban a Donyeck és Luhanszk régiókra koncentráltak, ahol egyébként szinte napi rendszerességgel voltak hagyományos fegyveres összecsapások is. A támadások többsége nem direkt emberélet ellen irányult, főleg az ukrán fegyveres erők mozgását igyekeztek gátolni.



1. ábra: Egy legalább két halálos áldozattal járó IED-támadás nyomai (2015, Donyeck)

Forrás: *Ukraine Crisis: Burnt-out Shells of Buses Following Attack 2015*

A cikk írásakor szintén zajló gázai konfliktusban dokumentáltan alkalmaz ilyeneket a Hamász, de mivel az izraeli erők csak igen lassan és óvatosan, a tűzéréség és a légerő intenzív alkalmazásával nyomulnak előre, kevés áldozatot szednek ezek a szerkezetek.<sup>8</sup> Tulajdonképpen az izraeli támadást megelőzően gyakrabban vetettek be ilyen robbanóeszközöket a palesztin ellenállás tagjai,<sup>9</sup> bár a nem megfelelő képzés hiányában ez gyakran öngyilkos küldetésnek bizonyult.<sup>10</sup>

Bár Magyarországon, illetve Európában a figyelem erre a két konfliktusra összpontosul, eközben a világ távolabbi részein továbbra is számos áldozatot szednek az improvizált robbanóeszközök. Egy londoni székhelyű szervezet 2023 első félévében összesen 640 igazolt IED-robbantást dokumentált, ezek során 450 ember halt meg, és további 1000 személy sérült meg súlyosan.<sup>11</sup> Ez a szám a vizsgált időszakban robbanás áldozatává vált civil személyek 16%-a, ami – figyelembe véve, hogy ekkor éppen egy több mint 1000 kilométeres frontszakaszon zajlott az orosz–ukrán háború – döbbenetesen nagy. A gázai konfliktus palesztin források szerint több mint 30 000 civil áldozatot követelt már, ami mellett az IED-k által okozott veszteségek eltörpülnek, de az látható, hogy az IED-k által jelentett fenyegetés továbbra is valós.

Az improvizált robbanóeszközöknek számtalan formája ismert, de annyi közös bennük, hogy az eszközökben okozott pusztításon és az élőerő pusztításán túl a média hatására többnyire van egy kognitív dimenzióban kifejtett hatásuk is. Emiatt gyakran választanak a készítők szimbolikus célpontokat. Az IED-k többféle módon is csoportosíthatók, például a célpontjuk szerint:<sup>12</sup>

<sup>8</sup> PANELLA 2023.

<sup>9</sup> Improvised Explosive Device IED 2024.

<sup>10</sup> Palestinian Teens Killed in Accidental Blast While Handling Explosives 2023.

<sup>11</sup> OVERTON 2023.

<sup>12</sup> KOVÁCS 2012.

- épületek (állami, kormányzati, katonai létesítmények, középületek stb.);
- rendezvények helyszínei (piac, sportcsarnok, kiállítás, átadóünnepség);
- közművek elemei (elektromos hálózat, víz-, gázközműhálózat);
- közlekedési csomópontok, létesítmények.

De az alkalmazó gerillák sokszor nem valamilyen infrastrukturális elemet támadnak, hanem az ellenséges megszálló erők katonáit, a velük együttműködő politikai, gazdasági vezetőket, azok létesítményeit és gyakorta a járműveiket. E támadásoknak erős a szimbolikus jelentőségük, hiszen tényleges katonai veszteségeket okoznak a megszállóknak, miközben nem tesznek jelentős kárt a megszállt terület polgári lakossága által is használt infrastruktúrában, amely gyakran egyébként is szegényes és/vagy sérült.

Az improvizált robbanóeszközök felépítése is egyszerű sémát követ. Van egy burkolat, ami összefogja és jobb esetben álcázza is az eszközt, illetve valamilyen robbanóanyag, amelynek mennyisége a cél és lehetőség függvényében minél több. Ezt – az internetet segítségül hívva – viszonylag szerény vegyészeti tudással is elő lehet állítani például műtrágyából, de háborús területen gyakran használják a fel nem robbant lövedékekben található robbanóanyagot, vagy esetleg a zsákmányolt lőszeres indítótölteteiben található robbanóanyagot, esetleg magát a lőszert vagy lövedéket.<sup>13</sup> Ha az IED-t élőerő ellen kívánják alkalmazni, akkor repeszkepző anyagokat is el szoktak helyezni a robbanóanyag körül.



2. ábra: 105 mm-es tüzérségi lövedékből kialakított robbanóeszköz és az elhelyezése egy amerikai támaszpont közelében (2005, Afganisztán)

Megjegyzés: az első felvételen jól látható a vezeték elvezetése

Forrás: *Improvised Explosive Devices. TRADOC DCSINT Handbook 2006*

A robbanóanyag fajtájától függően kell egy gyújtószerkezet, ami szintén lehet háborús területen talált katonai gyújtószerkezet, gyutacs, esetleg bányászati detonátor vagy valamilyen házilag előállított gyutacs is. Mindezekon túl már csak egy működtető mechanizmus szükséges. Ez lehet valamilyen időzítő (*time operated IED*), valamilyen, az áldozat által

<sup>13</sup> Kovács 2012.

működésbe hozott mechanizmus (*victim operated IED*), például mechanikus érzékelő (igen csekély számban, de előfordul passzív infravörös érzékelő használata is) vagy távirányító (*command operated IED*).<sup>14</sup>

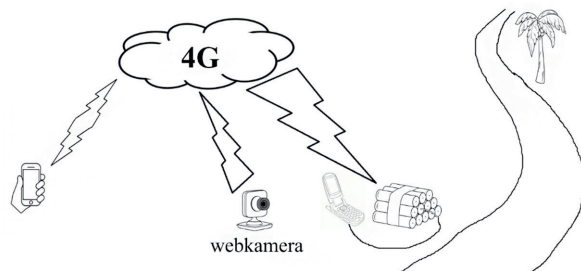
Az első két lehetőséget az elkövetők viszonylag óvatosan alkalmazzák, mert nem garantálható, hogy a választott célpont, és lehetőség szerint csak az semmisüljön meg a robbanásban. Időzítő esetében elfordulhat, hogy a működésbe lépés időpontjában civilek tartózkodnak a közelben, míg a mechanikus (vagy infravörös) érzékelők esetében szintén van arra esély, hogy azt nem az ellenséges katonák, hanem esetleg játszadozó gyerekek hozzák működésbe. Az ilyen, jelentős számú civil áldozattal és minimális vagy semmilyen katonai áldozattal járó robbantások kontraproduktívak a robbantó személy vagy szervezet szempontjából, hiszen csökkenti a lakossági támogatást. Ez utóbbit az elkövetők pedig mindenképpen igyekeznek megtartani, hiszen a robbanóeszközök építését és elhelyezését igen nehéz a lakosság figyelmét elkerülve végezni, az a valóságban többnyire a civilek jelentős részének tudtával és hallgatólagos egyetértésével történik.

A fenti „balesetek” elkerülhetők, ha a robbanóeszközt öngyilkos merénylő viszi a célpont közelébe, ami nyilvánvalóan nem minden merénylő számára vonzó lehetőség, vagy úgy, ha a robbanóeszközt távirányítással hozzák működésbe, akkor, amikor az a célpontban (és lehetőség szerint csak abban) a legnagyobb kárt okozza. A távirányítás legegyszerűbb módja egy vezeték a robbanóeszköz és működtető személy búvóhelye között, de ennek is vannak hátrányai. Ha a vezetéket csak egyszerűen lefektetjük, azt könnyű észrevenni, ha pedig elásuk, akkor az azzal járó földmunka szintén nehezen álcázható, viszonylag könnyen felfedhető. Mindezekon túl a vezeték villamos ellenállása miatt a távirányíthatóság távolsága limitált (törpe egyenfeszültség esetén csupán néhányszor 10 méter), illetve, ha a működtető személy túl messzire van az eszköztől, az megnehezíti a célpont azonosítását is. A túl közel elhelyezkedő merénylő viszont a saját testi épségét kockáztatja, illetve megnehezíti a menekülését is.

## A rádióvezérelt improvizált robbanóeszközök és a védelem lehetőségei

A fentiekből látszik, hogy az elkövetők számára a legjobb megoldás a vezeték nélküli távműködtetésű eszközök alkalmazása, vagyis a rádió-távirányítású improvizált robbanóeszközök (RCIED – *radio controlled improvised explosive device*) építése. Ez a megoldás szinte teljesen kizárja az IED nem akaratlagos működtetését, azaz a nem kívánt áldozatokat, miközben kellő távolságot biztosít az operátornak a menekülésre is. Sőt, a rádió-távirányítás egy speciális formája, a mobiltelefonos megoldás, akár azt is lehetővé teszi, hogy a merénylő több 100 km-re legyen a robbantás helyétől, bár, ha a célpont például egy mozgó jármű, akkor figyelembe kell venni a késleltetést is.

<sup>14</sup> Kiss 2009.



3. ábra: A mobilszolgáltatók internetelérésével akár egy másik országból is működtethető az RCIED

Forrás: a szerző szerkesztése

Mivel improvizált eszközről van szó, a távirányító sem erre a célra készült. Bár egy egyszerű rádió adó-vevő elkészítése egyébként nem túl bonyolult, az elkövetők többnyire nem mérnökök vagy technikusok, így azt más készülékekből szerelik ki és alakítják át. Általánosan elterjedt megoldás a mobiltelefonos működtetés, amikor egy mobilkészüléket automatikus hívásfogadásra állítva kötnek az elektronikus gyújtóra. Viszonylag olcsó és egyszerűen kivitelezhető, hiszen bármilyen régi telefon és egy feltöltős SIM-kártya is elégséges hozzá, de mindenképpen stabil mobilszolgáltatásnak kell lennie a robbantás tervezett helyszínén.

Bármilyen más, könnyen beszerezhető rádióeszköz is felhasználható. A teljesség igénye nélkül: garázkapunyító, autóriasztó, vezeték nélküli csengő, walkie-talkie, modellautó-távirányító. A kisebb adóteljesítményű eszközök (például garázkapunyító) néhány 10 méterről, egy komolyabb adóteljesítményű walkie-talkie akár több kilométerről is képes elindítani a robbanóeszközt.

Az IED-ek elterjedése természetesen azt eredményezte, hogy fejlődött az ellenük való védekezés is. A legjobb védelem a megelőzés, vagyis IED-k építésének és telepítésének megakadályozása, illetve a mégis telepített IED-k észlelése és hatástalanítása még a robbantást megelőzően. A híradásokba csak a robbantások kerülnek, de azt azért tudni kell, hogy az IED-k egy jelentős részét időben felfedezik és hatástalanítják. Ehhez komoly felderítőmunka szükséges, illetve jó kapcsolatok ápolása a helyi lakossággal, hiszen ők csaknem biztosan észreveszik, ha a lakóhelyük mellett valaki egy bombát helyez el. Sok más mellett ez a fő oka, hogy a korszerű katonai műveleteknek mindig része a CIMIC,<sup>15</sup> vagyis a helyi lakossággal való együttműködés (*civil-military cooperation*). Meg kell említeni a műszaki csapatokat, akik mentesítik a hadiutakat, és a tűzserészek áldozatos munkáját is, akik az életük kockáztatásával semlegesítik ezeket a szerkezeteket.

Sajnos minden igyekezet és a lakosság nagyfokú együttműködése esetén sem lehet teljesen kizárni, hogy műveleti területen improvizált robbanóeszközöket helyezzenek el, illetve az elhelyezett eszközök sem mindig deríthetők fel. Ennek megfelelően létezik egy általános IED elleni védelmi módszer, ami a robbanás hatásainak csökkentésére, kivédésére irányul. Ez független az IED működtetésének módjától, általánosan igaz mindegyik típusra, hogy a már bekövetkezett robbanás következményeit igyekeznek mérsékelni. Személyi védelemről sajnos

<sup>15</sup> Fieldtrip to the Counter-IED Centre 2015.

nem igazán lehet beszélni, mivel egy katona által hordozható felszerelés mérete és tömege nem teszi lehetővé, hogy egy, a közelben bekövetkező robbanás hatásaitól az hatékonyan óvja őt. A műveleti területen jellemzően viselt repeszálló mellény (*plate carrier*) és a sisak ad egy minimális védettséget, de további védőelemek hozzáadására már nincs mód.

Járművek esetében már van racionalitása az IED elleni védelem kialakításának. A harcjárművekre vonatkozóan az Allied Engineering Publication<sup>16</sup> 55-ön (AEP55) alapuló NATO STANAG 4569 definiál védelmi szinteket. Ez adott védelmi szintekhez meghatározza azt a lövedéktípust, amely még nem képes átütni, továbbá, hogy egy 155 mm-es repeszromboló gránát repeszai hány méterről nem képesek átütni a páncélzatot. A szabvány tartalmaz aknák elleni védelmet is, ahol a brizáns robbanóanyag tömege a meghatározó. Az adott szintnek megfelelő páncélzat az alábbi robbanóanyag-mennyiségek detonációja esetén véd:

- Level 1: kézigránát;
- Level 2: 6 kg (2a – kerekek lánctalpak alatt vagy 2b – jármű padlólemeze alatt);
- Level 3a és b: 8 kg;
- Level 4a és felett: 10 kg.

Az IED-k elleni védelem még nem került bele a szabványba, de a nem megfelelő védelem okozta halálesetek nyomán az amerikai hadsereg már 2006 elején elindította az úgynevezett MRAP-programot.<sup>17</sup> Az MRAP-járművek – elsősorban az IED-k által leginkább veszélyeztetett könnyű harcjárművek – esetében a tervezéskor már fokozott mértékben vették figyelembe az IED-k hatásait. A haspáncél jellemzően „V” kialakítású, ami a detonáció energiáját a jármű két oldalán elvezeti, illetve a függesztett ülések megakadályozzák a személyzet lábsérüléseit. A leginkább konvoj kíséretre specializált járművek felismerhetők a viszonylag magas felépítésükről. Az IED-k elleni védelem ára sajnos az irányíthatóságot negatívan befolyásoló magasabb súlypont.<sup>18</sup>



4. ábra: Irakban a magyar katonák által is használt Navistar International MaxxPro Plus MRAP jármű (2013, Erbil)

Forrás: Hungarian Army Receive 12 MRAP Armoured Vehicles MaxxPro Plus from United States 2013

<sup>16</sup> Szövetséges Műszaki Kiadvány.

<sup>17</sup> *Mine-Resistant Ambush Protected* – kb. aknavédett és meglepetéstámadástól védett.

<sup>18</sup> GÁVAY 2014.

A létesítmények IED elleni védelme elvben még egyszerűbb, hiszen lehetőség van falak, kerítések és egyéb védművek, például vasbeton merevítések építésére, ugyanakkor a gyakorlatban az adott terület sajátosságai, a pénzügyi és műszaki lehetőségek nagyban befolyásolják a tényleges megvalósítást.<sup>19</sup>

## Az RCIED-ek elleni zavarásos védelem

Kimondottan az RCIED-ek elleni védekezésnek van egy más esetekben nem használható módja is, ez a zavarás (*jamming*). Ilyenkor nem tudjuk biztosan, hogy az érintett területen van-e RCIED, de feltételezzük, hogy lehet, ezért azokat a frekvenciasávokat, amelyeket a robbanóeszközök építői jellemzően használnak, egy nagy teljesítményű zavarjellel elnyomjuk, így megakadályozva a RCIED adója által sugárzott jel észlelését a vételi oldalon. A kereskedelmi forgalomban elérhető rádióeszközök sugárzási teljesítménye korlátozott, ráadásul a rádiójel erőssége a távolság négyzetével arányos módon csökken. Feltételezve, hogy egyébként is közelebb vagyunk az RCIED vevőjéhez, mint a robbantó, egy kellően nagy teljesítményű zavaróadóval (*jammer*) gond nélkül „túl lehet kiabálni” a RCIED adóját, megakadályozva a detonációt. Mivel az elkövetők ritkán rendelkeznek egy rádióberendezés megépítéséhez szükséges műszaki ismeretekkel és anyagokkal, az esetek csaknem 100%-ában üzletben kapható rádióeszközöket használnak fel. A jellemzően használt frekvenciasávokat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: RCIED-eszközökhöz gyakran használt rádióberendezések

Frekvencia	Jellemző eszköz	Jellemző adóteljesítmény	Jellemző hatótávolság	Megjegyzés
25–28 MHz	CB-rádió	0,1–4 W	több km	több sávban
27, 35, 41 és 48 MHz	gyermekjáték, távirányítók	0,1 W	100 m	
27, 35, 41 és 48 MHz	modell-távirányítók	1 W	km	
136–174 MHz	ipari eszközök	1–5 W	km	több sávban, COTS-eszközként <sup>20</sup>
139–170 MHz	játékkontroller	1 W	100 m	több sávban
308–345 MHz	garázsnyitók, riasztók, vezeték nélküli csengők	0,1 W	10–100 m	több sávban
435 MHz	WLAN-rendszerek	0,1–1 W	km	jellemzően irányított antennával
446 MHz	walkie-talkie	0,5 W	km	
900 MHz	GSM	1–2 W	cellafüggő	
1800, 1900 MHz	GSM	1–2 W	cellafüggő	
2100 MHz	3G (UMTS)	1–2 W	cellafüggő	
2400 MHz	WLAN-rendszerek	1–2 W	km	jellemzően irányított antennával
2600 MHz	4G (LTE)	1–2 W	cellafüggő	
700, 3500 MHz, 26 GHz	5G	1–2 W	cellafüggő	

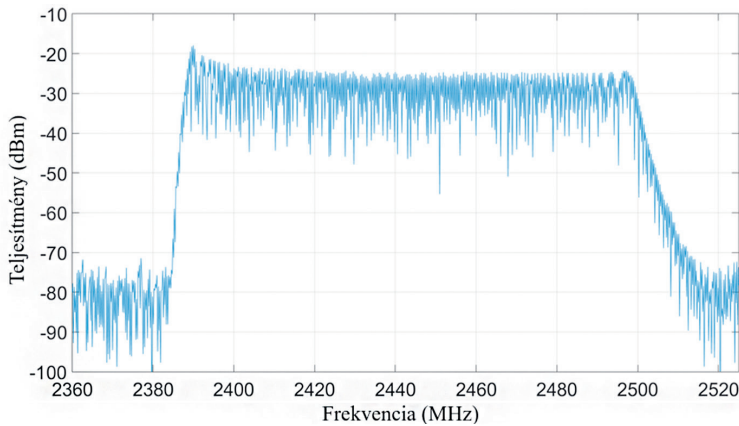
Forrás: Rádióalkalmazási táblázat 2009 alapján a szerző szerkesztése

<sup>19</sup> KOVÁCS 2013.

<sup>20</sup> *Commercial On The Self* – polcról levehető kereskedelmi termék.

A jammer tehát egy olyan rádióadó, amely nagy teljesítményű zavarjelet sugároz, az adott frekvencián megbénítva a kommunikációt. Egyszerű lenne a helyzet, ha ismernénk azt a frekvenciát, ahol RCIED működtetésére számítani lehet, csupán erre a frekvenciára kellene hangolni a jammert, és készen is lennénk. Sajnos azonban a fenti frekvenciák bármelyikén lehet számítani RCIED-támadásra, így valamennyit zavarni kellene. Ezt úgy oldják meg, hogy a jammer a teljes kijelölt spektrumban „végigseper” a frekvenciákon. Persze nem analóg módon, hanem időosztásos belépéssel (*time division multiple access* – TDMA). Vagyis a jammer elkezd sugározni a spektrum legalsó frekvenciáján, de csak néhány  $\mu\text{s}$ -ig, majd átlép a következő frekvenciára, ami pont akkora távolságra van az elsőtől, ami egy tipikus kommunikációs csatorna sáv szélessége. Itt is eltölt néhány  $\mu\text{s}$ -ot, majd továbblép a következő frekvenciára és így tovább. Amikor végigért a kijelölt sávon, akkor kezdi előlről, így folyamatosan lefoglalja a teljes, zavarásra kijelölt frekvenciatartományt.

Ez elméletben nagyon szép, de mivel a rádiófrekvenciás energia létrejöttéhez is egy véges idő szükséges, nem azt fogjuk látni a spektrumban, hogy a példának okáért 10 W-os jammer egy 10 W-nak megfelelő (40 dBm) zajfüggőnyt hoz létre a zavart sávban, hanem egy annál szignifikánsan alacsonyabb szintű zajfüggőny jön létre. Tulajdonképpen az adó teljesítményét „szétkenjük” a spektrumban.



5. ábra: 2,4 GHz-es wifi-sávban működő jammer spektrumképe

Forrás: ROMERO et al. 2018

Néhány évtizeddel ezelőtt még komoly problémát okoztak volna a hagyományos rezgőköröket alkalmazó rádióeszközök, itt ugyanis a rezgőkör elemeinek (tekercs, kondenzátor) módosításával egyszerű mód volt a működési frekvencia megváltoztatására. Szerencsére a korszerű kompakt rádióeszközök már digitális frekvenciaszintézert alkalmaznak, így ezek működési frekvenciája csak szoftveres úton és csak az áramkör gyártója által meghatározott tartományon belül lehetséges. Ez azt jelenti, hogy minimális az esély arra, hogy az elkövetők olyan rádióeszközhöz jussanak, ami a táblázatban foglalt sávoktól eltérő tartományban működik, vagyis jól behatárolhatók azok a spektrumrészek, ahol RCIED működtetésével kell számolni.

Fontos megjegyezni, hogy a legtöbb, az 1. számú táblázatban található eszköz úgynevezett „mozgó” rádióberendezés, vagyis mivel az ellenállomás helyét nem tudjuk pontosan, mind az adó-, mind a vevőkészülék antennája horizontálisan körsugárzó (az adó a tér minden irányába egyforma teljesítménnyel sugároz, a vevő a tér minden irányából egyformán érzékeny). Az esetek többségében ez egy egyszerű botantennát jelent. Ennek magassága viszont hatással van az áthidalható távolságra. A jobban álcázható, kisebb antennák értelemszerűen kisebb áthidalható távolságot eredményeznek.

Az antennák vonatkozásában különösen veszélyesek az ipari WLAN-eszközök, amelyeket például egy egymástól közúttal elválasztott két telephely összeköttetésére használnak. Itt a két állomás helye fix, ezért irányított antennákat használnak, vagyis a rádiófrekvenciás teljesítményt (és az érzékenységet) az ellenállomás irányában nyalábbá formálják, így többszörösére emelve az áthidalható távolságot. Szerencsére az irányított karakterisztikájú antennák, mint például a parabola, nehezen álcázhatók, illetve az irány pontos beállításához már átviteltechnikai ismeretek is szükségesek.

Az antennák elhelyezkedése egyébként is igen fontos. A több 100 MHz-es és az a feletti frekvenciatartományban a rádióhullámok terjedése a fényéhez hasonló, az összeköttetés elvben optikai rálátást igényel. A rádióhullámok azonban a különféle természetes és mesterséges tereptárgyokról visszaverődnek, és az azonos forrásból induló, de különféle utakon terjedő hullámok egymással találkozáskor interferálódhatnak, vagyis hatással vannak egymásra, és a fázistól függően erősítik vagy gyengítik egymást. Ennek megfelelően a vett jel erőssége akár néhány m<sup>2</sup>-en belül is jelentős eltéréseket mutathat.

Ahhoz, hogy a zavarójel a terület minden pontján biztosan erősebb legyen az RCIED adójának jelétől, meg kell oldani, hogy se az interferencia, se a különféle tereptárgyak árnyékoló hatása ne okozza azt, hogy a zavarójel „árnyékba” kerüljön. Ennek érdekében a jammerek több antennát is használnak ugyanannak a sávnak a besugárzására. Azok a jammerek, amelyek széles frekvenciatartományban képesek zavarni, egyébként is több rádiófrekvenciás végerősítőt tartalmaznak, mivel az erősítők csak viszonylag szűk tartományban képesek lineáris karakterisztikát nyújtani. Az eltérő hullámhosszokon tapasztalható eltérő hullámterjedés miatt a végfokozatokhoz különböző antennarendszerek is tartoznak.



6. ábra: Gépkocsira szerelt és kézi RCIED-zavarókészülék

Forrás: Supply of RCIED Vehicle Jammers to U.N. [é. n.]; Integrated Electronic Defense Technology System [é. n.]



A kézi zavaróeszközök esetében az antennák lehetséges elhelyezése a készülék méreteitől fogva nagyjából adott, de gép- és harcjárművek esetében több lehetőség is van. A 6. ábrán látható személygépkocsi esetében a karosszérián körben elhelyezve nyújtanak a legjobb lefedettséget az antennák, ám ez zavarná a sofőr kilátását, így maradt a tető. Harcjárműveknél is megfontolandó a tornyon történő elhelyezés, hiszen ez sem a kilátást, sem a fedélzeti fegyverek alkalmazását nem befolyásolja, ám a páncéltest jelentős árnyékoló hatása miatt közvetlenül a jármű mellett holtterek alakulhatnak ki. Részben ennek kompenzálására, illetve mivel az áramforrás tömege itt nem releváns, a járműfedélzeti jammerek általában egy nagyságrenddel nagyobb teljesítményűek a kézi eszközöknél. Sok esetben ugyanazok a típusok, csak egy rádiófrekvenciás teljesítményerősítővel kiegészítve, és a saját akkumulátor, illetve antennák helyett a jármű fedélzeti villamos rendszerét és külön antennákat használnak.

Fontos megjegyezni, hogy a rádióhullámok terjedési sajátosságai miatt még az adott RCIED-eszköz adóteljesítményénél jóval erősebb jammerek sem garantálnak 100%-os védettséget, így a laikus követelménytámasztók által gyakran használt „oltalmazási hatósugár” nem értelmezhető. Annyi azonban bizonyos, hogy minél nagyobb sávban „kenjük szét” a zavarójelet, annál kisebb az esély a sikeres zavarásra. Miközben a zavaró az adott frekvenciatartományt pásztázza, csak néhány ms-ot vagy  $\mu$ s-ot tartózkodik egy-egy csatornán, mielőtt továbbugrik a következőre. Minél nagyobb a sáv, annál kisebb az egy-egy csatorna zavarására rendelkezésre álló idő. Mivel a zavaróteljesítmény felépüléséhez is szükséges egy véges idő, nagy zavarni kívánt sáv esetében nő az esélye annak, hogy egy-egy (az RCIED felhasználója szempontjából) hasznos jel átcsúszik a zavarfüggönyön, és beindítja a detonációt.

A szakértők komoly matematikai apparátust vonultatnak fel annak érdekében, hogy a véges adóteljesítmény több csatornán történő elosztása esetén is biztosítsák statisztikailag a leginkább hatékony jellefogást.<sup>21</sup> Sőt az egyes, az RCIED-ek építésére gyakorta használt sávokban a jellemző, illetve a hatóságilag megengedett modulációs eljárásokhoz adott esetben más-más jelformálási stratégiát alkalmaznak.<sup>22</sup>

Ezek a komplex matematikai számításokon alapuló eljárások némileg javítják a jammerek hatékonyságát, de összességében nem adnak arra megoldást, hogy a nagyobb átfogni kívánt sáv esetében csökken az elérhető zavarójel erőssége. Elvben lehetséges a különféle zavarni kívánt sávokra külön-külön rádiófrekvenciás adókat használni, de ezek többszöröznék, mind a jammer méretét, mind az áramfogyasztását, így a valóságban általában csupán egy végfokozatot építenek be a 25–450 MHz tartományhoz és egyet-egyét a különféle mobilfrekvenciákhoz.

Műveleti területen (Irak, Afganisztán) igen hatékony megoldás volt a felderítés. Ez az említett országok esetében annyit jelentett, hogy számba vették az adott régióban aktuálisan elérhető rádióberendezéseket, amit praktikusán úgy valósítottak meg, hogy a szövetséges erők ügynökei hetente elmentek a helyi bazárba, ahol felvásároltak egy-egy példányt minden kapható távirányítású autóból, garázsnyitóból és hasonló működésű egyszerű eszközökből, majd azok adófrekvenciáit felderítési információként megosztották a csapatokkal.

<sup>21</sup> LEBL–MILEUSNIĆ–RADIVOJEVIĆ 2020.

<sup>22</sup> LEBL–MILEUSNIĆ–RADIVOJEVIĆ 2020.

A csapatoknál aztán a jammerekbe egy úgynevezett *mission file*-t töltöttek fel, ami úgy vezérelte a jammert, hogy csak a felderítési adatok alapján kockázatos frekvenciákra koncentrált az adóteljesítményt, a technikailag egyébként lehetséges, de a merénylők számára aktuálisan nem elérhető frekvenciákat pedig egyszerűen kihagyta. Annak érdekében, hogy az esetleg több régióban is áthaladó konvojkíséretnek biztonsága maximális legyen, a jammerek némelyikébe több *mission file* is feltölthető, amit a megfelelő időben a kezelő vált át.

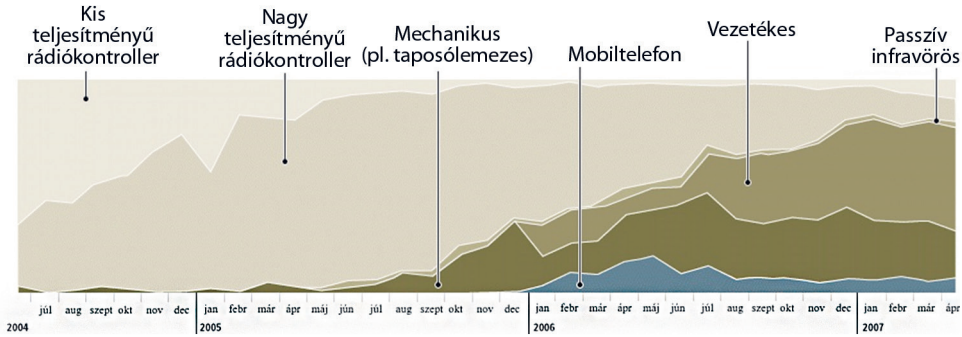
Irakban és Afganisztánban a 2000-es évek elejétől számos szövetséges haderő (köztük a magyar) alkalmazta a TMP 0512 és TMP 0512 EB típusú kézi jammereket. Ez 25–512 MHz tartományban, illetve az EB változat 880–960 és az 1710–1990 MHz-es mobilfrekvenciákon is működik. 10 W-os teljesítményével alapvetően egy kézi eszközről van szó, egy akkumulátorfeltöltéssel körülbelül 3–4 órát képes üzemelni. Többféle antenna is alkalmazható hozzá, és négy frekvenciakonfiguráció (*mission file*) tölthető a memóriájába.



7. ábra: TMP 0512 EB típusú kézi jammer  
Forrás: LEBL–MILEUSNIĆ–RADIVOJEVIĆ 2020

## A zavarásos RCIED-védelem hatékonysága és korlátai

Az látható, hogy a RCIED-ek ellen alkalmazott jammerek nem tartoznak az igazán szofisztikált eszközök közé. Az alkalmazott technológia alapvetően nem túl bonyolult, a használt berendezések meglehetősen robusztusak. Ugyanakkor az aktuális felderítési adatoknak megfelelően konfigurált frekvenciabeállítások mellett a főbb alkalmazási területeken (Irak, Afganisztán) meglehetősen hatékonynak bizonyultak. A 8. számú ábra jól mutatja, hogy az iraki megszállás kezdeti időszakában a leleplezett IED-k csaknem 100%-a rádió-távírányítású szerkezet volt. Később a jammerek széles körű alkalmazása nyomán aztán ezek aránya nagyjából 25%-ra esett vissza, miközben az észlelt eszközök száma érdemben nem változott.



8. ábra: Az iraki misszió első éveiben észlelt IED-ek indítási módjainak változása

Forrás: a Defense Technical Information Centre jelentései alapján a szerző szerkesztése

Tehát az RCIED-ek elleni rádiózavarásos védekezés igen hatásos lehet, ugyanakkor ez egy idő után kontraproduktívá válhat, hiszen a merénylők más megoldások felé fordulnak, amelyeket esetleg nehezebb időben észlelni. A jammert alkalmazó célpontok sem tudják, hogy sikerrel védtek ki egy támadást. Maga a robbanóeszköz ilyenkor az esetek többségében intakt, azaz sértetlen, érintetlen marad, így a merénylőnek semmi egyéb dolga nincs, mint várni egy újabb – esetleg védtelen – célpontra.

Maguk az improvizált robbanóeszközök a gerillahadviselés (kevésbé eufemisztikusan a terror) eszközei, így konvencionális hadviselés esetén kisebb a jelentőségük. A gerillák többnyire jelentős technológiai hátrányban vannak, de egy korszerű haderő, amelynek van elektronikus harci képessége, ki tudná használni azt, hogy a jammerek kisugárzása alapján igen könnyen nyomon lehetne követni az ellenséges csapatmozgásokat. Mivel a jammerek aktív energiakisugárzással működnek, jelentős mennyiségű villamos energiát is igényelnek. Ha kézi eszközként alkalmazzák, akkor az eszköz és az akkumulátorok tömege érezhetően növeli a csapat által málházott eszközök tömegét, ami negatív hatással van a mozgékonyagra. Ha egy nagyobb gyalogos csoport csak egy vagy két ilyen eszközzel rendelkezik, akkor azoknak a jammer köré csoportosulva kell a feladatukat végrehajtani, így viszont más eszközökkel könnyebben támadhatók.

Harcjárművön alkalmazva az eszköz tömege kevésbé problémás, de a felszerelés nem egyszerű, hiszen az antennák elhelyezéséhez át kell fúrni a páncéltestet és ugyan kisebb mértékben, de az energiaigény azért itt is probléma. A járművek hajtóműve által meghajtott generátor az esetek többségében gond nélkül ellátja a jammert is, de álló helyzetben az hamar lemerítheti az akkumulátort, mozgásképtelenné téve a járművet. Az ISAF-misszióra felkészített magyar BTR-80-as harcjárműveket ennek megfelelően nemcsak jammerrel, de egy második fedélzeti akkumulátorral is felszerelték.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> A PK-4 pc. kódú készlet beépítési és rendszertechnikai terve 2007.

Az orosz–ukrán háború és a gázai konfliktus árnyékában az IED-ek jelenleg nincsenek az európai figyelem fókuszában, de a fenyegetés megmaradt. A világ számos területén az improvizált robbanóeszközök jelenleg is szedik az áldozataikat mivel igen hatékony, ugyanakkor viszonylag olcsó eszközök, és ahol nem használnak tömegesen jammereket, ott a korábban tárgyalt okok miatt a rádió-távírányítású megoldások dominálnak. Sajnos nem zárható ki, hogy missziós szerepvállalás során a Magyar Honvédség ismét olyan helyzetbe kerül, amikor ezek az eszközök reális veszélyt jelentenek a katonáinkra, így az ellenük való védekezés továbbra sem hanyagolható.

## Felhasznált irodalom

- A Decade of Global IED Harm Reviewed (2020). *ReliefWeb*, 2020. október 15. Online: <https://reliefweb.int/report/world/decade-global-ied-harm-reviewed>
- A PK-4 pc. kódú készlet beépítési és rendszertехnikai terve (2007). ArmCom Zrt.
- DARUKA Norbert (2014): A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzserész feladatok ellátására. PhD-disszertáció. Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola Online: <https://doi.org/10.17625/NKE.2014.032>
- Fieldtrip to the Counter-IED Centre (2015). *Civil-Military Cooperation Centre of Excellence*, 2015. június 3. Online: <https://www.cimic-coe.org/news/fieldtrip-to-the-counter-ied-centre/>
- GÁVAY György (2014): Az IED eszközök által jelentett veszély a járművekre és az ellenük való védekezés lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24(1), 60–71.
- HORVÁTH Tibor (2018): Rögtönzött robbanótestek hatástalanításának (C-IED) veszélyhelyzetei, kezelésük lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 28(2), 103–107. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/1629>
- Hungarian Army Receive 12 MRAP Armoured Vehicles MaxxPro Plus from United States (2013). *Army Recognition*, 2013. december 9. Online: <https://armyrecognition.com/news/army-news/army-news-2013/hungary-9-december-2013-news-uk>
- Improvised Explosive Device IED (2024). *The Times of Israel*, 2024. Online: <https://www.timesofisrael.com/topic/improvised-explosive-device-ied/>
- Improvised Explosive Devices. TRADOC DCSINT Handbook* (2006). TRADOC.
- Integrated Electronic Defense Technology System* [é. n.]. Online: <https://www.shoghicom.com/>
- Joint Improvised Explosive Device Defeat Organization* [é. n.]. Online: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA502251>
- KISS Zsolt (2009): A missziókban szolgálókat fenyegető rádió-távvezérlésű bombák és az ellenük való védekezés kérdései. *Hadmérnök*, 4(2), 41–56.
- KOVÁCS Zoltán (2012): Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(2), 103–107.
- KOVÁCS Zoltán (2013): Katonai objektumok IED elleni védelmének lehetséges technikai megoldásai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 23(2), 114–121.
- LEBL, Aleksandar – MILEUSNIĆ, Mladen – RADIVOJEVIĆ, Jovan (2020): Combined and Comb RCIED Activation Messages Jamming: Two Different Strategies with Similar Names. *Scientific Technical Review*, 70(1), 21–28. Online: <https://doi.org/10.5937/str2001021L>
- OVERTON, Iain (2023): Report on Improvised Explosive Device (IED) Incidents for January – June 2023 (2023). AOAV, 2023. július 13. Online: <https://aoav.org.uk/2023/report-on-improvised-explosive-device-ied-incidents-for-january-june-2023>

- Palestinian Teens Killed in Accidental Blast While Handling Explosives (2023). *The Times of Israel*, 2023. június 21. Online: <https://www.timesofisrael.com/palestinian-teens-killed-in-accidental-blast-while-handling-explosives/>
- PANELLA, Chris (2023): Captured Hamas Weapons Hint That If Israeli Forces Invade Gaza, They Could Face a Deadly Improvised Bomb That US Troops Feared in Iraq. *Business Insider*, 2023. október 19. Online: <https://www.businessinsider.com/captured-hamas-weapons-israel-face-efp-ieds-terrified-us-iraq-2023-10>
- PONNEZHATH, Maria (2022): Russian Forces Continue to Use IEDs to Inflict Casualties, Says UK Intelligence. *Reuters*, 2022. április 9. Online: <https://www.reuters.com/world/europe/russian-forces-continue-use-ieds-inflict-casualties-says-uk-intelligence-2022-04-09/>
- Rádióalkalmazási táblázat (2009). Online: [https://nmhh.hu/dokumentum/324/radioalkalmazasi\\_tablazat.pdf](https://nmhh.hu/dokumentum/324/radioalkalmazasi_tablazat.pdf)
- ROMERO, Grecia et al. (2018): Mitigation Technique to Reduce the Wi-Fi Susceptibility to Jamming Signals. In *2018 2nd URSI Atlantic Radio Science Meeting (AT-RASC)*. Gran Canaria: IEEE, 1–3. Online: <https://doi.org/10.23919/URSI-AT-RASC.2018.8471439>
- Supply of RCIED Vehicle Jammers to U.N [é. n.]. Online: <http://jamkor.co.kr/supply-rcied-vehicle-jammers-u-n/>
- Ukraine Crisis: Burnt-out Shells of Buses Following Attack (2015). *BBC News*, 2015. február 11. Online: <https://www.bbc.com/news/av/world-europe-31407058>
- VÉGH Krisztián (2022): Az improvizált robbanószerkezetek alkalmazása a hibrid hadviselés során: az orosz–ukrán konfliktus. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(2), 5–23. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.2.1>



Ember István<sup>1</sup> 

# Tesztrobbantási eredmények politejsavból készült kumulatív béléstestekkel

## Testblasting Results with Shaped Liners Made of Polylactic Acid

*A kumulatív töltetek iránti érdeklődésem a főiskolás tanulmányaim alatt alakult ki, amelyben meghatározó szerep jutott Lukács László professzor úrnak. A tanulmányokat később kutatási kedv váltotta fel, és mindig számíthattam támogatásra és tanácsokra tőle a robbantástechnika területén. Neki ajánlom ezt az írásművet, amelyben a politejsavból készült különböző, kúp alakú béléstestek hatékonyságát vetem össze. A 3D-nyomtatással készült töltetalkatrészek eltérő kúpszögökkel készültek, hogy igazolható legyen a viszonylag kis fókusz távolság esetén az elvárt hatékonyság. Az alacsony sűrűségű béléstestek esetében a fémekhez hasonló, de azokkal nem teljesen megegyező eredményeket sikerült igazolni.*

**Kulcsszavak:** additív, 3D-nyomtatás, kumulatív töltet, robbantás, PLA

*My interest in cumulative charges developed during my college studies, where Professor László Lukács played a defining role. Later, my studies turned into a passion for research, and I could always count on his support and advice in the field of explosives engineering. I dedicate this piece of writing to him in which I compare the efficiency of cone-shaped liners made of polylactic acid. The filler components made by 3D printing were designed with different cone angles to demonstrate the expected efficiency with relatively short focus distances. For low-density liners, results were confirmed similar to metals but not entirely identical.*

**Keywords:** additive, 3D printing, shaped charge, blasting, PLA

<sup>1</sup> Tanársegéd, Nemzeti Közszerológai Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Műveleti Támogató Tanszék, e-mail: [Ember.Istvan@uni-nke.hu](mailto:Ember.Istvan@uni-nke.hu)

## Bevezetés

A robbantástechnika nagy általánosságban egy duális kutatási terület, hiszen a civil és katonai alkalmazás nagyon hasonló, ezért a kutatási eredmények mindkét vonalon felhasználhatók. Ennek a kutatási iránynak több részterülete is van, amelyek közül talán a kumulatív töltetek tekinthetők az egyik legrégebbinek. Éppen ezért felhasználásuk is széles körben mozog. Használhatjuk ezeket akár a jégpáncél kilyukasztására,<sup>2</sup> tűzérési gránátok és akár improvizált robbanótettek hatástalanítására is,<sup>3</sup> vagy éppen páncélozott járművek megsemmisítésére.<sup>4</sup>

Speciális sajátosságának köszönhetően ennek a robbantástechnikai részterületnek helye van a katonai műszaki támogatási feladatokon belül kitűzött főbb kutatási irányok között is.<sup>5</sup> Továbbá az alapvető igény a biztonságos robbantások végrehajtására megköveteli, hogy mindig a kor színvonalának megfelelő, modern technológiákat alkalmazzunk. Mindezt olyan módon, hogy gazdaságos és hatékony legyen a felhasznált harcanyag.<sup>6</sup>

Ezeknek a tölteteknek több méretezési eljárása ismeretes a hazai gyakorlatban,<sup>7</sup> azonban a polimer béléstestek esetében kevésnek tekinthető a külföldi és hazai szakirodalom. Ez főleg a fémekhez képest elenyészőnek tekinthető lyukasztási képességből fakad. Azonban nem minden esetben harcjárművek több száz milliméteres páncélzatának kilyukasztása a cél. Egyes speciális feladatoknál, például a tűzsereszek tevékenységekor bőven elegendő ennek a töredéke,<sup>8</sup> ami megnyitja az utat a polimerek alkalmazásához.

A tanulmányomban bemutatott eredmények eléréséhez 3D-nyomtatóval készítettem el a szükséges alkatrészeket, amelyekből a tölteteket a helyszínen szereltem készre, magas hatóerejű, plasztikus robbanóanyag alkalmazásával.

Feltételezésem szerint a kúp alakú kumulatív béléstestek esetében a belső átmérő kétszeresét véve fókusz távolságnak a kúpszög jelentős hatással lesz a kialakult üregre egy homogén acél céltárgyon. Elvárásaim szerint az eredmények közelíteni fognak a fém béléstesteknél tapasztaltakhoz, de el fognak maradni azoktól. Ezt részletezve a hegyesebb kúpszögek kevésbé lesznek hatékonyak, míg a 90°-os változat kevésbé lesz érzékeny a viszonylag kicsi eltartási távolságra. Ez utóbbi esetben már kissé közelíteni fognak a látható eredmények az EFP<sup>9</sup> hatásához.

## A 3D-nyomtatás megvalósítása

Az additív gyártásra képes eszközök már a mindennapjainkban is helyet kaptak. Nem lehet minden háztartásban megtalálni őket, de egyre többen tartanak az otthonukban egy-egy

<sup>2</sup> DARUKA 2014: 56–58.

<sup>3</sup> KOVÁCS 2012: 35–36.

<sup>4</sup> LUKÁCS 2010: 184.

<sup>5</sup> BODA et al. 2016: 1–23.

<sup>6</sup> PADÁNYI 1994: 63.

<sup>7</sup> LUKÁCS 1992: 25–41.

<sup>8</sup> EMBER 2022a: 15–20.

<sup>9</sup> *Explosively formed penetrator* – robbantással formált lövedék.



darabot hobbi-, illetve barkácsolási célokra. Ebben a felhasználási környezetben adja magát a lehetőség, hogy a szükséges műanyag alkatrészeket ilyen eljárással készítsem el.

Korábban is alkalmaztam már ilyen célra 3D-nyomatókat, de mások is foglalkoztak a témával: az úgynevezett SLM-módszer<sup>10</sup> alkalmazásával már fém béléstesteket is készítettek és vizsgálták azok hatékonyságát.<sup>11</sup> Egy másik elterjedt módszer, az SLS-technológia<sup>12</sup> szintén kapott már szerepet. Ilyen eljárással például rézből és ónból készült ötvözet béléstesteket teszteltek a kutatók.<sup>13</sup> Jelen esetben az FFF-eljárás<sup>14</sup> a meghatározó. Ennek az iránynak is van külföldön fellelhető előzménye, ahol PLA-<sup>15</sup> és PLA-réz kompozit bélésű kúpokat teszteltek a szakemberek, bár egy aránylag szűk szegmensben.<sup>16</sup>

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar (NKE HHK) több magas gyártási minőségre képes 3D-nyomatót üzemeltet. Ezekhez a tesztekhez a szükséges alkatrészeket egy Ultimaker S5 nyomtatóval készítettem el, amely szálhúzásos vagy szálolvasztásos technológiával működik. A technológiai folyamat a felcsévélés és a „hotend” alkatrészbe behúzott alapanyag megolvasztásával kezdődik, amelyet egy extrúderen keresztül juttat a rendszer a munkasztalra, rétegről rétegre.<sup>17</sup> Az extrúder általában horizontálisan, míg a munkasztal vertikálisan képes elmozdulni, bár manapság ettől eltérő eljárások is vannak, ideértve a nyomott és nem húzott alapanyagmozgatást is.

Az építési módszernek vannak azonban jelentős hátrányai is más eljárásokhoz képest. Az építőteremben a munkasztallal párhuzamos, vagy egy bizonyos szög<sup>18</sup> (ez alapanyagtól, nyomtatási paramétertől és eszköztől függ, de általában 60° körüli érték) meredekebben elhelyezkedő felületeket csak alátámasztással lehetséges elkészíteni. Ezt az egyszerűbb, egy extrúderes eszközök, amelyek nem képesek alapanyagot váltani, ugyanabból a polimerből készítik, mint magát a testet. Természetesen a támasz jelentősen kikönynyített, hogy könnyen eltávolítható legyen, de az érintkezési felületek általában utókezelést igényelnek. A két független extrúderes 3D-nyomatók esetében ezt megkönnyíthetjük, ha más színű anyagból készül a támasz. Ilyen esetben jól látható, hogy mennyi utókezelés szükséges. Másrészt lehetséges a támaszt vízben oldható alapanyagból<sup>19</sup> készíteni. Ez nem okoz a tárgyon egyetlen felületet, maradék nélkül eltávolítható, viszont a PLA-hoz viszonyítva jelentős a beszerzési ára. Ezt egyes nyomtatást előkészítő, szelitelő programokban kordában tudjuk tartani olyan beállítással, hogy csak a tárggyal érintkező felülethez épít vízdékony réteget a nyomtató, ezzel csökkentve a gyártási költségeket. A PVA alkalmazására olyan technológiák is vannak, ahol az extrúderek nem függetlenek egymástól. Ilyen az általam használt Ultimaker S5 készülék is.

<sup>10</sup> *Selective laser melting* – szelektív lézeres olvasztás.

<sup>11</sup> MULLIGAN et al. 2019: 114–119.

<sup>12</sup> *Selective laser sintering* – szelektív lézeres szinterezés.

<sup>13</sup> SUN et al. 2021: 7149.

<sup>14</sup> *Fused filament fabrication* – szálhúzásos vagy szálolvasztásos gyártás.

<sup>15</sup> *Poly lactic acid* – politejsav.

<sup>16</sup> AGU 2019: 122–140.

<sup>17</sup> GÁL–NÉMETH 2019: 233.

<sup>18</sup> Ez alapanyagtól, nyomtatási paramétertől és eszköztől függő érték, de általában 60° körüli.

<sup>19</sup> PVA, azaz polivinil alkohol.

A legfontosabb beállítási paramétereket a következőkben részletezem, azonban ki kell emelnem, hogy az alapanyagok minden esetben egy gyártó azonos termékcsaládjába tartoztak. A béléstesteket pedig egy alapanyagtekercsből készítettem el. Fontosnak tartottam, hogy még a színpigmentek se okozzanak esetleges változást az anyagjellemzőkben, gyártási paraméterekben, ezért döntöttem a teljesen egységes alapanyag mellett. Ez a választott alapanyag esetében is PLA volt, amely az egyik legszélesebb körben alkalmazott, viszonylag olcsó és könnyen beszerezhető 3D-nyomtatási polimer.

Ez az anyag könnyen szintetizálható keményítőtől (burgonyából, borsóból, kukoricából stb.) és cukorból. Előnyös tulajdonsága, hogy komposztálható, és a bomlása ilyen körülmények között nem eredményez mérgező anyagokat. Mivel termoplasztikus, így lehetséges a felhasználása hagyományos műanyaggyártási technológiákkal. Alapvetően jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, de mérnöki vonalon főleg szálerősítéssel javasolt az alkalmazása.<sup>20</sup>

## Az additív eljárással készített alkatrészek

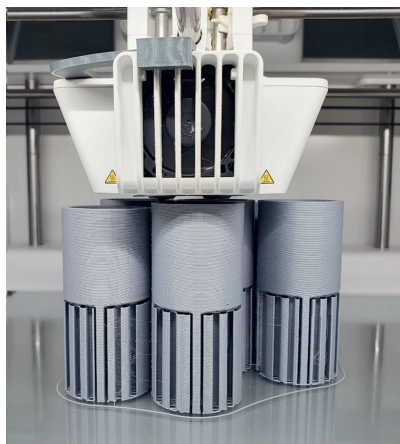
A töltetek alkatrészei közül mindegyiket a fent bemutatott PLA-alapanyagból készítettem el, FFF-eljárással. A teszteléshez az alábbi alkatrészek készültek el:

- töltetházak;
- zárókupakok;
- formázókupakok;
- béléstestek.

A különböző méretű béléstestek esetében fontosnak tartottam, hogy egységes eredmények szülessenek, ezért a töltetbe helyezett gyutacs mélységét egységesen 1 cm-ben határoztam meg. A gyutacs végétől a béléstest tetejéig szintén 1 cm-es távolságot tűztem ki. Ez utóbbi esetben változtatnom kellett néhány alkatrész méretén, mivel az alap töltetházak 60°-os kúpszöggel készült béléstestek méretéhez lettek optimalizálva. A 45°-os változat esetében magasabb töltetházakat készítettem, a 90°-os esetében pedig a formázókupakot alakítottam át olyan módon, hogy beleérjen az alacsonyabban elhelyezkedő robbanóanyagba. Ezek a geometriai módosítások biztosították, hogy a megfelelő és egységes méreteket kapjam meg a vizsgálatokhoz.

A töltetházak (1. ábra) mindegyike esetében a fókusztávolságot a béléstestek 20 mm-es átmérőjének a duplájában határoztam meg. Ez a távolság könnyen telepíthetővé és pontosan célozhatóvá teszi a töltetet, viszont vannak várható negatívumai. A hegyesebb szögű változatok esetében a hatékonyság várhatóan elmarad majd a 90°-os változattól. Ez abból fakad, hogy ez a méret már közelebb van az EFP-k működéséhez, amelyek penetrációs képessége kevésbé érzékeny a fókusztávolságra. Ezeket az alkatrészeket 0,4 mm-es fúvókával, a PLA-alapanyagra felajánlott alap hőmérsékleti paraméterek mellett, 45%-os trianguláris kitöltéssel készítettem el.

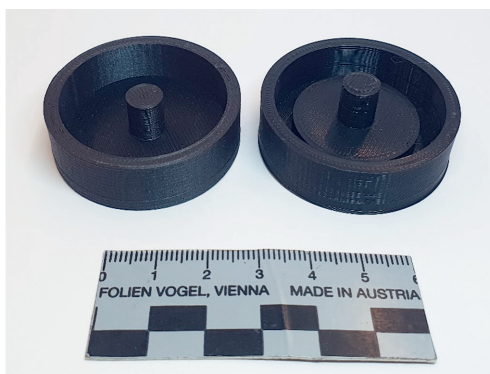
<sup>20</sup> TÁBI–KOVÁCS–KOVÁCS 2014: 1.



1. ábra: Töltetházak gyártás közben

Forrás: a szerző felvétele

Minden esetben rendelkezett a töltetház a kumulatív sugár kialakulását segítő visszaáramlás-gáttal, amely technikailag egy üreges csonkakúp, 10 mm-es átmérőjű kimeneti nyílással a végén. Ennek a nyílásnak a méretét és hatását később még további vizsgálatra érdemesnek tartom, de jelenleg egységesen így határoztam meg.



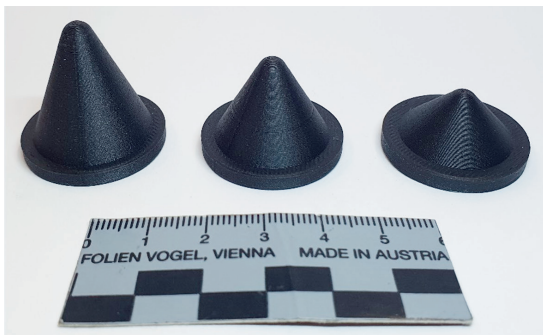
2. ábra: Formázókupakok

Forrás: a szerző felvétele

A zárókupakok két alkatrészből készültek, amelynek oka az anyagtakarékosság. Az FFF-technológiával rengeteg támaszanyagra lett volna szükség, és időben is jelentősen megnőtt volna a gyártás. A gyutacs megtámasztására készült kisebb, átmenő furattal rendelkező hengert pillanatragasztóval rögzítettem a kupakokhoz. Ezeket az alkatrészeket 0,4 mm-es fúvókával, a PLA-alapanyagra felajánlott alap hőmérsékleti paraméterek mellett, 35%-os trianguláris kitöltéssel készítettem el.

A formázó kupakok (2. ábra) esetében a fent jelzett geometriai okok miatt több változat készült. A gyártási paraméterek megegyeztek a töltetházakéval.

A béléstestek, mint a vizsgálat szempontjából legfontosabb alkatrészek, három változatban készültek el. A 45°-os, 60°-os és 90°-os változatokkal (3. ábra) szerettem volna képet kapni a kis fókusz távolság esetében a polimer alapanyagú béléstestek működéséről, hatékonyságáról. Mivel esetükben a sűrűség kifejezetten fontos, ezért a vizsgált geometriát a többi alkatrésztől jelentősen eltérő gyártási paraméterekkel készítettem el: 0,4 mm-es fúvóka, a PLA-alapanyagra felajánlott alap hőmérsékleti paraméterek, 100%-os lineáris kitöltés.



3. ábra: Bélés-kupak

Forrás: a szerző felvétele

## A tesztrobbantások tapasztalatai

A tesztrobbantásokat a Magyar Honvédség 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezred (MH 1. TFE) segítségével Táborfalván, a kijelölt robbantási területen hajtottam végre. Az időjárás enyhén felhős volt, légköri, időjárási jelenségek nem befolyásolták a végrehajtást és a villamos gyújtóhálózat kiépítését.

Robbanóanyagunk a Kugyela Lóránd által fejlesztett többkomponensű,<sup>21</sup> tixotróp,<sup>22</sup> helyszínen keverhető és tölthető robbanóanyag kiváló térkitöltő hatása miatt kiválóan megfelelne az adott feladathoz, de egyelőre kereskedelmi forgalomban nem kapható. Éppen ezért a töltetek mindegyikét Semtex-H robbanóanyaggal töltöttük fel, amely szintén kifejezetten alkalmas helyszíni alkalmazásra.<sup>23</sup> Mindegyik iniciálása azonos típusú villamos gyutaccsal történt. A feladat során több tűzben kellett a gyújtást elvégezni, minden esetben azonos struktúrájú hálózatot alkalmaztunk, és a töltetek számára is azonos üregeket alakítottunk ki a talajban. A robbantások során az előírt biztonsági rendszabályokat<sup>24</sup> a legszigorúbban betartottuk. Az elvárásoknak megfelelően semmilyen repeszképződést nem tapasztaltunk, a céltárgyak sem repültek ki az üregekből.

<sup>21</sup> KUGYELA 2021: 60–65.

<sup>22</sup> A viszkozitása keveréssel csökkenthető, de pihentetés után visszanyeri eredeti tulajdonságát.

<sup>23</sup> LUKÁCS 2017: 35.

<sup>24</sup> DARUKA–SZALKAI 2023: 107–110.

Az acél céltárgyak 60 mm átmérőjű és hozzávetőleg 30 mm vastagok voltak, amelyeket egyetlen acélrúdból alakítottunk ki fűrészeléssel, hogy ne alakuljon ki kémiai változás az anyagban. A töltetek rögzítése érdekében a felületeket esztergálással egyenlítettük ki. A pontos vastagságnak a teszt szempontjából nincs különösebb jelentősége, kizárólag a teljes átütés elkerülése volt a cél.

A töltetek elkészítésekor fokozott figyelmet fordítottunk az egységes kialakításra, ezért a robbanóanyagot a korábbi robbantások tapasztalatai<sup>25</sup> és a helyszíni mérések alapján egységes, tizedgramm pontosságú adagokban mértük ki. Ezzel az eljárással csökkentettük a helyszíni töltésből fakadó esetleges eltéréseket, hiszen így mindegyik típus azonos mennyiségű robbanóanyagot és pontosan egyező geometriát kapott.

Az elkészítés során minden esetben az alábbi lépéseket hajtottuk végre:

1. a béléstest behelyezése a töltetházba;
2. a robbanóanyag kimérése;
3. a robbanóanyag betöltése;
4. a gyutacs helyének kialakítása a formázó kupakkal;
5. zárókupak felhelyezése;
6. töltet rögzítése a céltárgyakra pillanatragasztóval.

A robbantások után a céltárgyakon mért adatokat az 1. táblázat tartalmazza. A méréseknél minden esetben a legnagyobb értékeket vettem figyelembe.

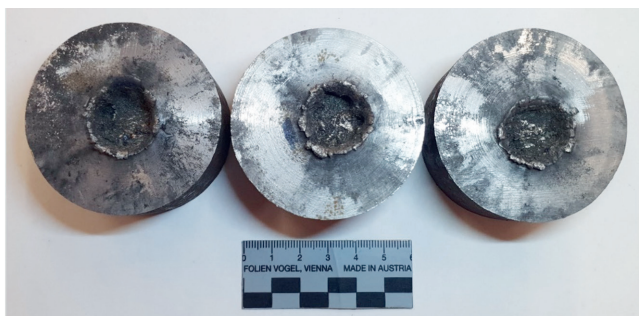
1. táblázat: A mérési eredmények

Fsz.	Típus	Semtex-H (g)	Perem magassága (mm)	Perem külső átmérője (mm)	Üreg belső átmérője (mm)	Penetráció (mm)
1.	45°	29	3,2	26,5	18,8	7,3
2.			3,8	25,6	17	6,4
3.			3,7	25	16,8	5,4
4.	60°	33	4,7	26,4	19,3	8
5.			4,7	23,7	16,1	10,3
6.			5	22,3	18	9,4
7.	90°	28	4,6	22,7	14,6	12,1
8.			4,6	21,4	14	12,8
9.			4,4	21,3	14,4	12,2

Forrás: a szerző szerkesztése

A 45°-os béléstesttel szerelt töltetek (4. ábra) esetében azonosítható, hogy a kumulatív sugár nem formálódott teljesen, ezért a penetráció is ebben az esetben volt a legkisebb. A behatolási lyukak szélén kialakult perem felszakadozott, az átmérő nem egyenletes a perem külső vonalán és az üregben sem. A behatolás a homogén acélba a várt legkisebb érték, és az üregek alsó felületén látható, hogy több mély pontja van. Ez jelzi, hogy a kumulatív sugár nem koncentrált teljesen a céltárgyba hatoláskor.

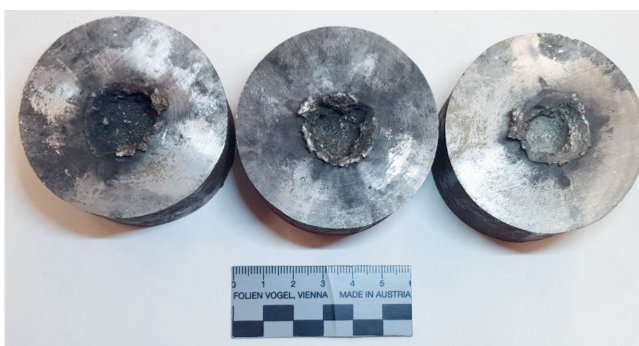
<sup>25</sup> EMBER 2022b: 13–23; EMBER 2022c: 63–72.



4. ábra: A 45°-os béléstartestek hatása a céltárgyakon

Forrás: a szerző felvétele

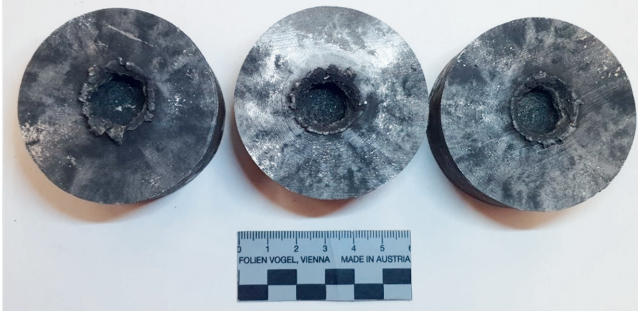
A 60°-os kúpok esetében az eredmények szintén hasonló képet mutatnak a céltárgyakon (5. ábra). A kialakult peremek jelentősen felszakadoztak, magasságuk is nagyobb, mint az előző sorozaté. Az üregek külső és belső átmérői mindhárom céltárgyon változatos átmérőt mutatnak, az üregek nem teljesen egységesek. Az üreg alján itt is több mély pontot lehet azonosítani, vélhetően ebben az esetben is tovább növelhető az eltartás az ideális behatolás kialakulása érdekében. A kialakult üregek mindegyike mélyebb, mint a 45°-os sorozaté.



5. ábra: A 60°-os béléstartestek hatása a céltárgyakon

Forrás: a szerző felvétele

A 90°-os béléskúpok hatékonysága volt a leginkább kiemelkedő (6. ábra). A céltárgyakon mért peremek magasságai középértéket mutatnak az előző kettő sorozathoz viszonyítva, és ebben az esetben is felszakadoztak. A behatolás alapvetően homogén átmérő mentén történt meg a perem külső vonalán és az üreg belsejében egyaránt. A behatolás három töltetre vonatkoztatott középértéke 12,4 mm a homogén acélban, ami a legeredményesebb 45°-os béléstartest teljesítményének a 170%-a, a 60°-os béléstartest esetében annak 120%-a. Az eredmények igazolják a feltételezést, hogy az ideális kúpszögek az ilyen kis eltartásoknál a polimerek esetében is az EFP-szerű hatás irányában a legjobbak.



6. ábra: A 90°-os béléstestek hatása a céltárgyakon  
Forrás: a szerző felvétele

## Összegzés

A töltetek tesztrobbantása során sikerült igazolni a feltételezést, amely szerint a PLA-béléstestek esetében is a széles kúpszög javíthatja a penetrációs képességet, amennyiben a fókusz távolság a kúp belső átmérőjének a duplája. Ki szeretném emelni, hogy a vizsgálat nem terjedt ki a PLA-n kívül más polimerekre, és ez hozhat még a jelenlegi eredményeket, ha nem is teljes egészében, de legalább részlegesen cáfoló eredményeket.

Fontosnak tartom a jövőben megvizsgálni a poliamidok, kompozit poliamidok és egyéb hétköznapi polimerek<sup>26</sup> viselkedését a fenti kísérletben meghatározott paraméterek esetében béléstestként.

Másik vizsgálati irány lehet a fent jelzett visszaáramlását alsó nyílásának változtatása. Ennek akár jelentős hatása is lehet a töltet hatékonyságára, ezzel pedig egy végleges, gyakorlatban is használható töltetház geometriájának kialakításában.

## Felhasznált irodalom

- AGU, Henry Obediah (2019): *The Effect of 3D Printed Material Properties on Shaped Charge Liner Performance*. PhD-disszertáció. Cranfield University. Online: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/15285>
- BODA József et al. (2016): A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök. *Államtudományi Műhelytanulmányok*, (16), 1–23. Online: <http://www.med.u-szeged.hu/download.php?docID=90702>
- DARUKA Norbert (2014): Jégvédekezés robbantással. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24(4), 51–67. Online: [https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2014\\_4\\_4\\_Jegvedekezés%20robbantással.pdf](https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2014_4_4_Jegvedekezés%20robbantással.pdf)
- DARUKA Norbert – SZALKAI László (2023): Risks Related to the Handling of Explosives with Regard to Occupational. In BEŇOVSKÝ, Marián (szerk.): *32<sup>th</sup> International Conference Blasting Technique 2023*. Stará Lesná: [k. n.], 102–111.

<sup>26</sup> Úgymint: akrilnitril-butadién-sztirol (ABS), akrilnitril-sztirol-akrilát (ASA), polietilén-tereftalát-glikol (PETG) stb.

- EMBER István (2022a): Modern kumulatív töltetek hatékonyságának vizsgálata. *Haditechnika*, 56(6), 15–20. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.56.6.03>
- EMBER István (2022b): Hatásvizsgálati robbantás kumulatív töltetekkel. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(3), 13–23. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.3.2>
- EMBER István (2022c): 3D nyomtatott lyukasztó töltetek hatásvizsgálata. *Hadmérnök*, 17(4), 63–73. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2022.4.5>
- KOVÁCS Zoltán (2012): Fontos létesítmények IED elleni védelme. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(ksz.), 35–44. Online: [https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012\\_k\\_05%20IED%20elleni%20v%C3%A9delem%20-%20Kov%C3%A1cs\\_Z.pdf](https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_k_05%20IED%20elleni%20v%C3%A9delem%20-%20Kov%C3%A1cs_Z.pdf)
- KUGYELA Lóránd (2020): A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. *Katonai Logisztika*, 28(4), 58–75. Online: <https://doi.org/10.30583/2020.4.058>
- LUKÁCS László (1992): A kumulatív hatás és a kumulatív töltetek méretezése. *Jegyzet a Szárazföldi Haderőnemi Fakultás műszaki hallgatói számára*. [H. n.]: Magyar Honvédség Zrínyi Miklós Katonai Akadémia Műszaki Tanszék.
- LUKÁCS László (2010): A kumulatív töltetek és gyakorlati alkalmazásuk. *Műszaki Katonai Közlöny*, 20(1–4), 175–196. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2866/2122>
- LUKÁCS László (2017): *Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből. Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira*. Budapest: Dialog Campus.
- MULLIGAN, Phillip et al. (2019): 3D Printed Conical Shaped Charge Performance. In *Proceedings of the 2019 Hypervelocity Impact Symposium*. Destin: [k. n.]. Online: <https://doi.org/10.1115/HVIS2019-110>
- PADÁNYI József (1994): *A Magyar Honvédség műszaki csapatainak lehetőségei és feladatai békeidőben a természeti- és civilizációs katasztrófák megelőzésében és a következmények felszámolásában*. Kandidátusi értekezés. Budapest.
- SUN, Shengjie et al. (2021): Comparison of Shaped Charge Jet Performance Generated by Machined and Additively Manufactured CuSn10 Liners. *Materials*, 14(23), 7149. Online: <https://doi.org/10.3390/ma14237149>
- TÁBI T. – KOVÁCS N. K. – KOVÁCS J. G. (2014): Basalt Fibre Reinforced Poly (Lactic Acid) Based Composites for Engineering Applications. In *ECCM16 – 16<sup>th</sup> European Conference on Composite Materials*. Seville: [k. n.]. Online: [https://real.mtak.hu/13523/1/Basalt\\_fibre\\_reinforced\\_poly%20lactic\\_acid%29\\_based\\_composites\\_for\\_engineering\\_applications.pdf](https://real.mtak.hu/13523/1/Basalt_fibre_reinforced_poly%20lactic_acid%29_based_composites_for_engineering_applications.pdf)



Éles Péter,<sup>1</sup> Terék Tamás<sup>2</sup>

# Hagyományos lőszeres élettartam- menedzsmentje az ENSZ elvei szerint Tapasztalataink a RACVIAC<sup>3</sup> által szervezett szemináriumról

## Conventional Ammunition Life Cycle Management According to UN Principles

### Our Experience of the Seminar Organised by RACVIAC

*A szerzők 2023. november végén részt vettek egy – a RACVIAC által szervezett – nemzetközi szemináriumon, amelynek témája a hagyományos lőszeres élettartam-menedzsmentje volt, több balkáni ország, valamint Németország, az USA és Magyarország részvételével. A rendezvény során az ENSZ egyes szervezeteinek képviselői mutatták be saját szakterületüket, ismertetve kutatásaik jelenlegi állását és legfrissebb témakörhöz kapcsolódó tapasztalataikat. Az előadásokhoz kapcsolódóan többnemzeti összetételű csoportokban folyt feldolgozó munka, amelyben minden ország képviselője megoszthatta saját tapasztalatait a csoporttagokkal, majd előadások keretében a szeminárium résztvevőivel. Ez a publikáció egy rövid összefoglalóval szolgál az eseményről és röviden ismerteti az ENSZ lőszeresekkel kapcsolatos szabályzó környezetét.*

**Kulcsszavak:** lőszer, életciklus, biztonság, kezelés

*At the end of November 2023, the authors participated in an international seminar organised by RACVIAC on the topic of life cycle management of conventional ammunition, with the participation of more Balkanian countries, Germany, the USA and Hungary. During the event, speakers from each of the UN agencies presented information according to their respective areas of expertise,*

<sup>1</sup> E-mail: [eles.peter36@gmail.com](mailto:eles.peter36@gmail.com)

<sup>2</sup> E-mail: [general.narin@gmail.com](mailto:general.narin@gmail.com)

<sup>3</sup> Regional Arms Control Verification and Implementation Assistance Centre – Regionális Fegyverzet-ellenőrzési és Végrehajtás-támogató Központ.

*describing the current state of their research and their most recent experiences on the topic. The presentations were followed by international group work, with representatives from each country sharing their own experiences with the group members and then presenting to the seminar participants. This paper provides a short summary of the event and a brief overview of the UN regulatory environment on ammunition.*

**Keywords:** *ammunition, life cycle, safety, handling*

## Bevezetés

A lőszerekkel kapcsolatos évtizedes szakmai tevékenységünknek és a szakterületen szerzett tapasztalatainknak köszönhetően 2023. november 28–30. között részt vehettünk Horvátországban, a RACVIAC szervezésében egy, a kézi lőfegyverek és hagyományos lőszerke élettartam-menedzsmentjével foglalkozó nemzetközi szemináriumon.

A rendezvényen 7 ország (Albánia, Bosznia-Hercegovina, Észak-Macedónia, Horvátország, Németország, Amerikai Egyesült Államok, Magyarország) 14 képviselője vett részt. A rendezvény társszervezői az ENSZ Egyesült Nemzetek Leszerelési Ügyek Hivatala (United Nations Office of Disarmament Affairs, UNODA) és a Genfi Nemzetközi Központ Humanitárius Aknamentesítéssel Foglalkozó Lőszergazdálkodási Tanácsadó Csoport (Geneva International Centre for Humanitarian Demining-Ammunition Management Advisory Team, GICHD/AMAT) volt. A három nap alatt 14 előadó által tartott számos prezentáció és egy sor gyakorlati feladat megoldásán, valamint nyílt fórumbeszélgetéseken keresztül nyerhettek a résztvevők bepillantást a lőszerke kezelésének ENSZ által preferált irányába, amelyeket a *Global Framework – Physical Security and Stockpile Management*<sup>4</sup> (PSSM) című kiadványban foglaltak össze.

## Mi a RACVIAC, és mi a szervezet feladata, valamint célja?

A szervezetet 2000 januárjában alapították Németország és Horvátország kétoldalú megállapodásával. Hosszas munka eredményeként, több lépcsőfokot érintő megállapodást, egyezményt követően, érte el a szervezet jelenlegi szervezeti kereteit, amelyben Magyarország támogató szerepet tölt be. A szervezet célja, hogy folyamatosan előmozdítsa a békét és stabilitást a délkelet-európai régióban, valamint hozzájáruljon az érintett országok intézményi kapacitásainak növeléséhez korunk biztonsági kihívásainak kezelésében, és támogassa őket az EU és az euroatlanti biztonsági elvárásokból fakadó kötelezettségeik és vállalásaik hatékony végrehajtásának teljesítésében. A RACVIAC egy független, regionális nemzetközi szervezet, amelynek küldetése a délkelet-európai biztonsági kérdésekkel kapcsolatos párbeszéd és együttműködés előmozdítása a régió országai és nemzetközi partnereik között.

<sup>4</sup> Global Framework – Physical Security and Stockpile Management (PSSM) – Kezelési eljárások átfogó rendszere a fizikai biztonságra és a raktári készletek rendezésére vonatkozásában.

## A szeminárium

A RACVIAC adott otthont a nemzetközi szemináriumnak, amely a kézi lőfegyverek és lőszerkészleteik kezelésével, biztonságával foglalkozott. A téma jelentőségére való tekintettel és tagjainak igényeit követve a RACVIAC az ENSZ Leszerelési Ügyek Hivatalával (UNODA) és a Genfi Nemzetközi Humanitárius Aknamentesítési Központ (GICHD) Lőszergazdálkodási Tanácsadó Csoportjával (AMAT) együttműködve szervezte ezt a workshopot, a lőszerkelet fizikai biztonságával kapcsolatos szemináriumsorozat részeként.

A kézi és könnyűfegyverek (SALW),<sup>5</sup> valamint a hagyományos lőszerkelet nem megfelelő kezelése biztonsági és védelmi kockázatokat rejt magában, amelyek a lőszerkeletárakban balesetekhez, robbanásokhoz, az esetleges eltulajdonítást követően pedig az illegális piacokra történő eljutáshoz vezethetnek. A RACVIAC az elmúlt 10 évben a fegyverek, lőszerkelet és robbanóanyagok fenntartható fizikai biztonságát, valamint megbízható és nyomon követhető keletkeztetését (PSSM) támogatta a délkelet-európai régióban.

E tevékenységek fő célja:

- a technikai személyzet szakértelmének növelése a fegyverek és lőszerkelet biztonságos és védett kezelése terén;
- a fegyverek és lőszerkelet teljes élettartamuk alatti kezelésének lehetséges javításával kapcsolatos eszmecsere, és ezekkel kapcsolatos operatív eljárások kidolgozása;
- a nemzetközi szabványok és iránymutatások alkalmazásának előmozdítása.

A megnyitó beszédeket Constantin-Mihail Grigorie nagykövet, a RACVIAC igazgatója és Nora Allgaier, az UNODA hagyományos fegyverekkel foglalkozó részlegének politikai ügyekért felelős vezetője mondták. Grigorie nagykövet örömet fejezte ki, hogy a közös tevékenység minden résztvevőjét láthatja: „Igazán boldog vagyok, hogy ma nemcsak délkelet-európai tagjaink, hanem társult tagjaink (Magyarország) és partnerszervezetek (Védelmi Fenyegtetéscsökkentő Ügynökség, EBESZ bosznia-hercegovinai missziója) is részt vesznek a rendezvényen.”

Ez a rendezvény a hagyományos lőszerkelet teljes élettartamuk alatti kezelésével foglalkozó szakembereket és szakértőket, köztük a nemzeti hadseregek, az illetékes védelmi minisztériumok, valamint a nemzetközi és regionális szervezetek képviselőit hozta egy platformra. A szeminárium előadásokból, csoportos gyakorlatokból és megbeszélésekből állt.

A rendezvény általános célja az volt, hogy bemutassa a hagyományos lőszerkelet kezelésére, a teljes életciklusukra vonatkozó, a szakmai irányelvek területén a közelmúlt legújabb nemzetközi eredményeit, és mérlegelje a folyamatok RACVIAC-tagokra gyakorolt hatásait. Nem kevésbé fontos volt annak feltárása, hogy a nemzetek műszaki hátterének fejlesztése hogyan erősítheti meg a szervezeti képességeket és kapacitásokat a hagyományos lőszerkelet teljes élettartamukon átívelő kezelése során.

A szeminárium vezérfonala az ENSZ kezdeményezésére kimunkált, a lőszerkelet életciklusát teljes vertikumban lefedő *Kezelési eljárások átfogó rendszere (Global Framework)* volt.

<sup>5</sup> *Small arms and light weapons.*

A dokumentumot az ENSZ közgyűlése is elfogadta és ajánlásként adta ki a tagállamok részére.<sup>6</sup> Ez 15 célkitűzést fogalmaz meg a lőszerkelet-kezelésének különböző területein, kezdve a nemzetközi együttműködés alapelveitől a lőszerkelet-biztonságos tárolásán, nyilvántartásán, vizsgálatán, ártalmatlanításán keresztül az illegális diverzifikáció megakadályozásáig.

A rendezvény alapjait e keretrendszer ismertetése, alapvető elvárásainak feldolgozása és az egyes pontokhoz kapcsolódó nemzetközi tapasztalatok megosztása jelentette, ezért a továbbiakban részletesen ismertetjük ennek tartalmát.

A 15 pontból álló keretrendszer az ENSZ által kiadott, a teljes lőszerkeletciklus-menedzsmentre vonatkozó irányelvek alapján felöleli a témával kapcsolatos kérdések mindegyikét. Ezeket a Nemzetközi Lőszerkelettechnikai Irányelvek (*International Ammunition Technical Guidelines – IATG*, 2011)<sup>7</sup> című kiadvány tartalmazza. Ezek mentén egy nemzeti szinten is jól működő, működtethető és fenntartható szisztémát alakíthatunk ki. Minden pont önállóan kidolgozott és önállóan is értelmezhető feladatokat határoz meg, de az egyes pontok jól definiáltan egy-egy témakör köré rendeződnek. Ezen gondolatokat megvilágítva vesszük sorra a szóban forgó pontok tartalmát.

1. Az „Útmutató” leírja, bemutatja a releváns nemzetközi szabályokat, az egyes nemzetközi szervezetek által kiadott irányelveket, az ezek és a tagállamok közötti kapcsolatokat, valamint ismerteti a bevált eljárásrendeket.
2. A „Nemzetközi együttműködés és segítségnyújtás” pont meghatározza a konkrét területeket, amelyekben kialakítható az együttműködés a segítséget kérő ország vagy szervezet és a segítségnyújtó között. Ez minden esetben igényalapú, és a célja a fenntartható rendszer kialakítása.
3. A „Regionális működési mechanizmusok” a regionális és szubregionális működési rendszereket vizsgálva és elemelve határozza meg a lőszerkeletkészletek teljes életútmenedzsmentjét. Például a volt Jugoszlávia tagállamaiban a délszláv háború utáni időszakban a lőszerkelet begyűjtése a civilektől, a feketepiacra jutás feltérképezése, a teljes folyamat felügyelete mellett a lőszerkelet életútjának követhetősége.
4. A „Nemzeti képességek fenntarthatósága” pontban egy igen érdekes kérdést dolgoznak fel. Ez részint már szaklogisztikai kérdés, másrésztől jelentős diplomáciai vonatkozása is van. A lőszerkeletúthoz kapcsolódó képességek – például tároló, bevizsgáló, valamint szerelő, megsemmisítő szaklogisztikai feladatok, folyamatok – vizsgálata során ellenőrzik, hogy az egyes nemzetek szervezeti elemei mennyire fenntarthatók anyagi, illetve a humán erőforrás vonatkozásában. A regionális többnemzeti környezet azonos területeinek feltárásával állapítják meg, hogy a párhuzamos megszüntetésével hogyan lehet csökkenteni a kiadásokat, gazdaságosabbá tenni a humán erőforrás felhasználását. Ez az országhatárokon átvívelő szaklogisztikai vizsgálat, valamint annak eredménye komoly diplomáciai kérdéseket is felvet.

<sup>6</sup> *Final Report of the Open-Ended Working Group to Elaborate a Set of Political Commitments as a New Global Framework That Will Address Existing Gaps in Through-Life Ammunition Management 2023.*

<sup>7</sup> *International Ammunition Guidelines 2021.*

A dokumentum előző négy pontja, „bevezető” része, meghatározza a teljes keretrendszert. A következő három pont tartalmát tekintve szorosan összefügg egymással. Mindhárom a fizikai biztonsággal, mint a műszaki állapottal összefüggő fogalmakkal, az állagmegóvás egyes területeivel foglalkozik.

5. „Lőszervizsgálat.” Ez a pont, illetve az eredeti angol nyelvű megfogalmazásában szereplő „surveillance” szó alapvetően a lőszeres laboratóriumi vizsgálatára utal. A részletes kifejtése tartalmazza azt, hogy az ENSZ kezdeményezésére kidolgozott és kiadott, a fentiekben említett IATG előírásainak alkalmazása a követendő.
6. A „Kockázatcsökkentési folyamatok” pont különféle eljárási lehetőségeket ismertet a lőszeres kezeléssel kapcsolatos feladatokra, olyanokra, mint például a tárolás, szállítás, vizsgálat és a szerelés.
7. A „Leltárkezelés és nyilvántartás” nem közvetlen része a fizikai biztonság kérdésének, viszont a lőszeres életkoráról, mennyiségéről és állapotáról folyamatosan frissített adatbázisként megbízható alapot nyújthat a szakfeladatok tervezéséhez. Érdekes volt hallgatni az ezzel kapcsolatos előadást, akár a balkáni államokban, akár Afrikában felhalmozott és igen hiányosan nyilvántartott készletekről. Sajnos a hasonló helyzetek kialakulása természetes és logikus egy háború után, illetve a folyamatosan hadurak által irányított régiókban. Szerencsére hazánkban ez a probléma nem áll fenn. Egyrészt nincs – és rég volt utoljára – háborús helyzet, másrészt egy folyamatosan működtetett nyilvántartási rendszerrel rendelkezünk.

A következő pontok tartalmukat tekintve megint csak összefüggő blokkot alkotnak, s összességében a biztonsággal, a megőréssel és a védelemmel foglalkoznak.

8. Az „Átlátható ellátási lánc” pont a beszerzésektől a felhasználásig terjedő folyamatot részletezi, ennek átlátható és ellenőrizhető feladatait taglalja. Elsősorban itt is az előző pontban említett problémák jelentik a kihívást (kaotikus politikai rendszer, posztháborús állapot). Az előadásokban elhangzott információk szerint Afrika egyes országaiban a lövészlőszeres követhető és nyilvántartott mennyisége a teljes mennyiséghez képest a becslések szerint alig éri el az 5%-ot. Hazánk ebben a témakörben is jó helyzetben van. A teljes életút alatt végrehajtott lépések – a beszerzéstől a felhasználásig/megsemmisítésig – átláthatók és dokumentumokkal alátámaszthatók.
9. „Végfelhasználói tanúsítványok használata.” A pontban a szakemberek előtt jól ismert End User Certificate<sup>8</sup> megnevezésű dokumentumról van szó. Az ENSZ e témakörrel foglalkozó szakembereinek részéről nagy erőfeszítést igényel, hogy a fegyverek, lőszeres életútjának követése során a megfelelő okmányrendszer rendelkezésre álljon a gyártótól a tényleges felhasználóig. Hazánkban ezek az eljárások is a megfelelő mederben folynak.
10. „Jelölés és nyomon követés.” Szintén kiemelt fontosságú feladat az ENSZ felelős szervezeteinél. Ez a pont a korábbi problémákból fakadóan a régiókban fellelhető lőszeres azonosításával foglalkozik. Saját, itthon megszokott gondolatmenetünket követve – miszerint a készleteink nyilvántartottak és nyomon követhetők – ez a pont az egyes típusok megbízható jelölési rendszerére vonatkozna. Ezzel ellentétben a lőszer-

<sup>8</sup> Végfelhasználói tanúsítvány.

sorozatok és az egyes fellelhető készletek beazonosításával foglalkozik. Mint ismeretes, igen csekély kivételtől eltekintve a lövészlőszeres hüvelyfenékjelzése csak a gyártás évét és a gyártó üzemet azonosítja, a sorozat számát nem. Így, előtalálás esetén, nem azonosítható be teljeskörűen a lőszer eredete. Ez egy valós probléma a háborús területeken. Könnyűszerrel kerülhetnek lőszeres a feketepiacra, könnyű velük visszaélni. Az előadásokból kiderült, hogy a probléma megoldására sok elgondolás született a gyártókkal és egyéb igénytámasztó szervezetekkel (mint például a rendőri és egyéb nyomozati szervekkel) egyetértésben. Az igény valós, de a konkrétabb, egyértelműsített jelölésrendszer alkalmazása további gyártói költségeket generál. Természetesen, ez csak a jövőben érvényesülhet, hiszen jelenleg is hosszú évekre elegendő lőszerkészlet van felhalmozva a világ csaknem minden országában, így ennek az új rendszernek évekre, esetleg évtizedekre lenne szüksége ahhoz, hogy valós eredményeket hozzon.

11. „Diverzifikáció és információmegosztás.” Nehéz megfelelően lefordítani az eredeti angol megnevezést, de lényegében a jogosulatlan fegyverhez, lőszerhez jutást megakadályozó rendszabályok összességéről van szó. A keretrendszer természetesen a megelőzéstől a megtörtént esetek vizsgálatáig és az ezzel kapcsolatos információk megosztásáig foglalkozik a területtel. Ez alapvetően rendőri és titkosszolgálati tevékenység, de a hadsereg mint nagy felhasználó is érdekelt a kérdésben. Kifejezetten kormányzati részvételt igénylő feladat.
12. „A lőszeres diverzifikációjára vonatkozó adatgyűjtés és elemzés.” Az előző témakörhöz szorosan kapcsolódó terület, amely az illegális fegyverhez, lőszerhez jutás és a csempészet ellen küzd. Alapvetően nemzetközi felelős szervek közötti információs adatcsere elősegítésére irányul.
13. „A nem beazonosítható eredetű lőszeresekhez való hozzáférés megtagadása.” A pont az illegálisan piacra került lőszeresekkel kapcsolatos adatgyűjtéstől és elemzésről szól. Az ENSZ a nemzeti szervezetekkel egyetértésben – figyelembe véve az adott államok jogszabályi környezetét – javítani kívánja az illetékes nemzeti hatóságok ezen területen végzett adatgyűjtési és elemzési tevékenységét ajánlásokkal, eljárásrendekkel vagy adott esetben tanácsadók biztosításával is.
14. „Gender.” Ez a terület a lőszer teljes életútjának minden állomásán a nemek közötti esélyegyenlőségről szól. Hazánkban ebben az esetben sem érzékelhető komoly probléma, vagyis beavatkozási igény. A szakterületen belül számos pozíciót nők látnak el kifogástalan hozzáállással és szakértelemmel.
15. „Több érdekelt fél együttműködésének megszervezése.” A pont a különböző érdekelt felek közötti együttműködés szükségességéről és elősegítéséről, annak megszervezéséről szól, legyenek azok gyártók, beszerzők, alkalmazók, kormányzati vagy kormányzatfüggetlen szervezetek. A cél a legbiztonságosabb környezet megteremtésének érdekében a közös álláspont kialakítása.

A fentiekben részletezett *Global Framework*, azaz a kézi lőfegyverekre és lőszeresekre vonatkozó kezelési eljárások átfogó rendszere, alapvetően az IATG alapelveinek esszenciálisan összefoglalt tartalma (kettőnk közül Terék alezredes korábbi kutatásaiban vizsgálta már a lőszeresekkel

és robbanóanyagokkal foglalkozó egyes nemzetközi szervezeteket – például a NATO-ban a AC-326 CASG<sup>9</sup> vagy az ENSZ szakosított szerve az UNODA –, azok kapcsolatrendszerét).

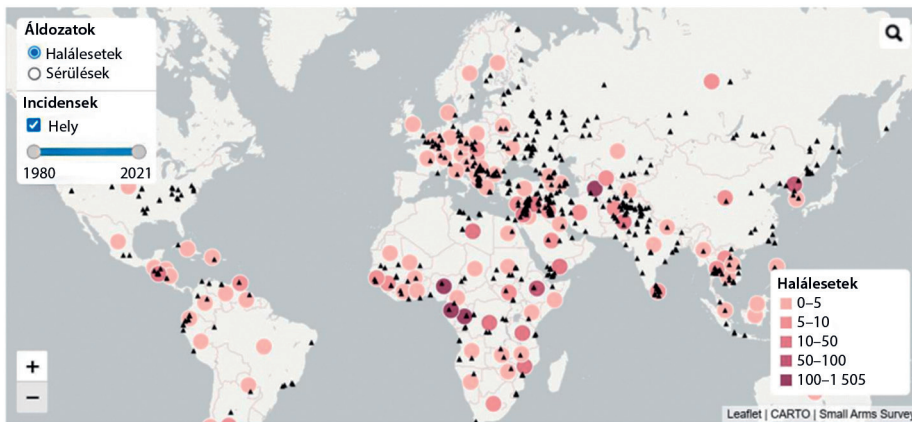
Az IATG előszavában megfogalmazza a kiadvány célját:

„Az előregedett, instabil és felesleges hagyományos lőszerkelet kettős kockázatot jelentenek, mint a véletlen robbanások a lőszerraktárakban, valamint az illegális piacokon való elterjedés.

A lőszerraktárban történt robbanások, különösen a lakott területeken, a világ több mint 100 országában okoztak már halált, sérüléseket, környezeti károkat, kitelepítést és megélhetési gondokat. Egy lőszerraktár véletlen robbanása a legsúlyosabb valaha is rögzített katasztrófa közé tartozik.<sup>10</sup>

A robbanás és az illegális elterjedés kettős fenyegetését felismerve a Közgyűlés felkérte az Egyesült Nemzetek Szervezetét, hogy dolgozzon ki iránymutatásokat a megfelelő lőszerkelet kezeléshez. A 2011-ben véglegesített Nemzetközi Lőszerkelet Irányelvek (IATG) önkéntesen alkalmazott, gyakorlati, részenként is használható útmutatások a nemzeti hatóságoknak (és más érdekelteknek) a hagyományos lőszerkelet biztonságos kezeléséhez.”<sup>11</sup>

## Világméretű probléma



636 véletlen lőszerrobbanás 1979 és 2021 decembere között



UNPLANNED EXPLOSIONS AT MUNITIONS SITES

1. ábra: Véletlen lőszerrobbanások helyszínei

Forrás: FABRE 2023: 4. dia alapján a szerző szerkesztése

<sup>9</sup> CASG: CNAD Ammunition Safety Group – Nemzeti Fegyverzeti Igazgatók Lőszer Biztonsági Csoportja.

<sup>10</sup> Az idézetben szereplő raktárrobbanáson túl további veszélyt jelent a detonációt követően kivetődött lőszerkelet, lövedékek későbbi elműködésének lehetősége.

<sup>11</sup> *International Ammunition Guidelines 2021*: V. (A szerzők fordítása.)

Hasonlóan más államokhoz, Magyarországon is jelentős problémát jelentenek a lejárt szavatosságú, illetve szükségleten felüli vagy kivont fegyverrendszerekhez tartozó harcanyagkészletek. A szeminárium egyik hangsúlyos témája volt e problémakör megvilágítása. A csoportmegbeszéléseken kitént, hogy a többi résztvevő tagállam esetében is kiemelt helyen szerepel ez a feladat. Érdekes volt látni, hogy az egyes országok milyen megoldásokat alkalmaznak. Az IATG ezzel a kérdéskörrel is részletesen foglalkozik. Maga a kiadvány 12 modulból áll, ahol egy-egy modul egy-egy témakört tárgyal részletesen.

Alapelveként rögzíti azt, hogy a laboratóriumi vizsgálatokon nem megfelelő minősítést kapó lőszereseket ártalmatlanítani kell. Ugyanígy lefekteti azt is, hogy a feleslegessé vált lőszerkészleteket a lehető leghamarabb el kell távolítani a rendszerből. Az említett hatástalanításra a megsemmisítést és a szétszerelést egyaránt ajánlja, ahol a feleslegessé vált készletek nagysága, műszaki állapota és a gazdaságossági szempontok határozzák meg a követendő eljárásrendet. Az egész kérdéskörrel az IATG 10. része foglalkozik (Demilitarization, destruction and logistic disposal of conventional ammunition – Hagyományos lőszeres hatástalanítása, megsemmisítése, ártalmatlanítása), így itt található a szétszerelésre, hatástalanításra (az eredeti angol szóhasználattal „demilitarization”) vonatkozó előírások, ajánlások. A 10. modul bevezetőjének egy szakasza hangsúlyozza: „A feleslegek megsemmisítése vagy ártalmatlanítása számos biztonsági és védelmi kockázatot megszüntet, beleértve [...] az instabil lőszeres felhalmozódását, a lopás vagy szabotázs veszélyét.”<sup>12</sup>

Szintén e modul részeként a kiadvány egy jól áttekinthető táblázatban az alábbi írja a megsemmisítésről/ártalmatlanításról:

„Megsemmisítés/hatástalanítás. Magyarázat: A lőszer fizikai megsemmisítése vagy annak ipari módszerekkel történő hatástalanítása, anyagok visszanyerése, újrafelhasználásra és újrahasznosításra. Előnyök: Léteznek bevált technológiák. Garantálja a megsemmisítést, illetve a hatástalanítást. Környezetbarát. A kinyert alkatelemeket és anyagokat hatékonyan lehet felhasználni javításra, újrahasznosításra. Számos szervezet előrehaladott fejlesztésekkel rendelkezik a mobil ártalmatlanító létesítmények területén.”<sup>13</sup>

A lőszeres teljes élettartam-menedzsmentjére vonatkozóan az IATG vezérfonalára felfűzve két angol nyelvű kiadványt emelünk ki, amelyek segítséget nyújtanak a mindennapi tevékenységekhez ezen a területen. Az egyik a *Gyakorlati útmutató a lőszeres életciklus-menedzsmentjéhez (A Practical Guide to Life-cycle Management of Ammunition)*,<sup>14</sup> a másik az *Útmutató a lőszerkezelés nemzeti szabványozóinak fejlesztéséhez (A Guide to Developing National Standards for Ammunition Management)*.<sup>15</sup> Ezek alkalmazása rendkívül megkönnyíthetné a gyakorlati munkát. Az IATG alkalmazása rendkívül fontos lenne Magyarországon is, ám azt látnunk kell, hogy ez a dokumentum nálunk jelenleg még nagyrészt ismeretlen.

<sup>12</sup> *International Ammunition Guidelines 2021: V.*

<sup>13</sup> *International Ammunition Guidelines 2021: 3. (A szerzők fordítása.)*

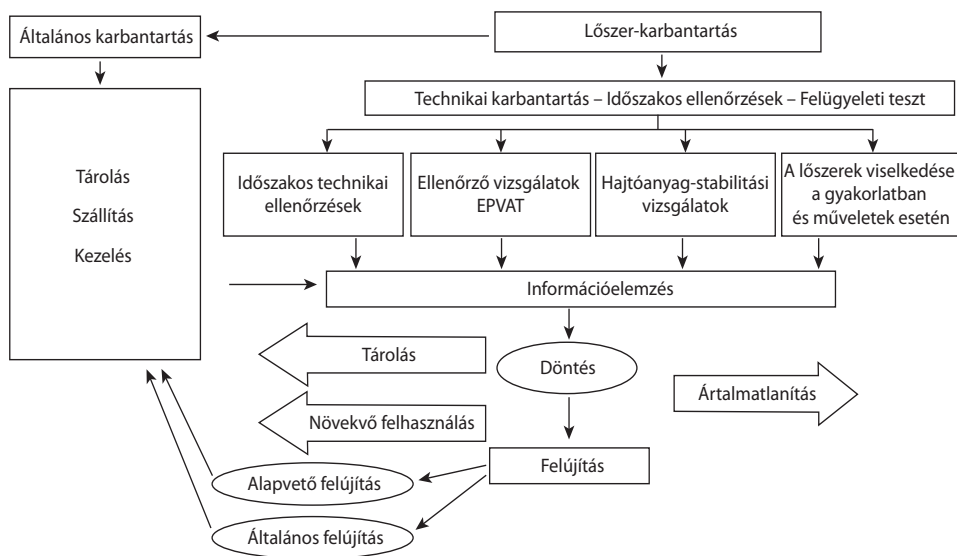
<sup>14</sup> CARAPIC et al. 2018.

<sup>15</sup> *A Guide to Developing National Standards for Ammunition Management 2019.*



A szeminárium előadásai közül kiemelendő Blaž Mihelič, az ITF Enhancing Human Security elnevezésű szlovén nonprofit szervezet műszaki tanácsadójának prezentációja, aki a lőszeres laboratóriumi ellenőrzéséről és hatástalanításáról, azok életciklusban betöltött szerepéről beszélt.<sup>16</sup> A 2. ábra Mihelič úr előadásának egyik diája, amely a lőszeres ellenőrzésének átfogó rendszerét foglalja össze.

## A lőszeres ellenőrzésének átfogó rendszere



2. ábra: Bevezetés a lőszeres üzemben tartásába és ellenőrző vizsgálataiba

Forrás: MIHELIC 2023: 25. dia alapján a szerző szerkesztése

A fenti folyamatábra egyszerűen és szemléletesen mutatja be a lőszeres életútjának a vizsgálatokra vonatkozó szegmensét. Ennek szélesebb körű ismeretére, alkalmazására hazánkban is nagy szükség van, mert a nem megfelelően kezelt készletek képezik később a megsemmisítendő anyag jelentős részét.

A szeminárium kiváló lehetőséget nyújtott arra, hogy bepillantást nyerhessünk a területen működő nemzetközi szervezetek működési mechanizmusaiba, megismerhessünk kiváló szakembereket, információt szerezzünk a szomszédos államok hadseregeinek a szakterülethez kapcsolódó szervezeti struktúrájáról. A szomszédos, korábban háború sújtotta országok katonáival, szaktisztjeivel találkozáskor, velük eszmét cserélve láthatóvá vált, hogy mennyivel másabb a politikai vezetés gondolkodásmódja, mennyivel másképp kezelik a lőszeres és fegyverek kérdését.

<sup>16</sup> BLAŽ 2023.

## Felhasznált irodalom

- A Guide to Developing National Standards for Ammunition Management* (2019). [H. n.]: United Nations.
- MIHELIC, Blaž, (2023): *Introduction of Ammunition Into-Service and Surveillance*. Előadás. (Developments in Conventional Ammunition Management: What is New in Policy and Practice? Zágráb, 2023. november 29.)
- CARAPIC, Jovana et al. (2018): *A Practical Guide to Life-cycle Management of Ammunition*. Geneva: Small Arms Survey.
- FABRE, Anne-Séverine (2023): *Unplanned Explosions at Munitions Sites (UEMS)*. Előadás. (Developments in Conventional Ammunition Management: What is New in Policy and Practice? Zágráb, 2023. november 29.)
- Final Report of the Open-Ended Working Group to Elaborate a Set of Political Commitments as a New Global Framework That Will Address Existing Gaps in Through-Life Ammunition Management* (2023). Online: [https://docs-library.unoda.org/Open-Ended\\_Working\\_Group\\_on\\_Ammunition\\_-\\_ \(2022\)/Final\\_report\\_OEWG\\_on\\_conventional\\_ammunition-unedited.pdf](https://docs-library.unoda.org/Open-Ended_Working_Group_on_Ammunition_-_ (2022)/Final_report_OEWG_on_conventional_ammunition-unedited.pdf)
- International Ammunition Guidelines* (2021). Online: <https://unsafeguard.org/>

Hernád Mária<sup>1</sup> 

# Kémiai biztonság a robbantástechnikában

## Chemical Safety in Blasting Technique

A vegyi anyagok az életünk teljes hosszában és minden területén körbevesznek minket, és veszélyt jelentenek az egészségünkre és a környezetünkre. Különösen igaz ez a munkahelyekre, ahol lényegesen több fajta és nagyobb mennyiségű kemikáliával kerülhetünk kapcsolatba. Mivel a robbanóanyagok, illetve -keverékek esetén azok összetevői is vegyi anyagok, rájuk is vonatkoznak a szerte a világon elfogadott és egységesített kémiai biztonsági normák és osztályozási rendszerek. Az egységes vizsgálati eljárások, besorolási kritériumok és dokumentáció megkönnyítik a vegyi anyagokkal kapcsolatba kerülő munkavállalók egészségének védelmét, a kockázatértékelés elvégzését és a prevenció intézkedések meghozatalát.

**Kulcsszavak:** vegyi anyagok, keverékek, robbanóanyagok, kémiai biztonság

Chemicals are all around us in every aspect of our lives and are a threat to our health and the environment. This is particularly true in the workplace, where we may come into contact with significantly more types and larger quantities of chemicals. As explosives and, in the case of mixtures, their components are also chemicals, they are subject to globally agreed and harmonised chemical safety standards and classification systems. Uniform testing procedures, classification criteria and documentation make it easier to protect the health of workers who come into contact with chemicals, to carry out risk assessments and to take preventive measures.

**Keywords:** chemicals, mixtures, explosives, chemical safety

<sup>1</sup> Orvos, XVI. Kerület Kertvárosi Egészségügyi Szolgálat, e-mail: [hernadmaria@gmail.com](mailto:hernadmaria@gmail.com)

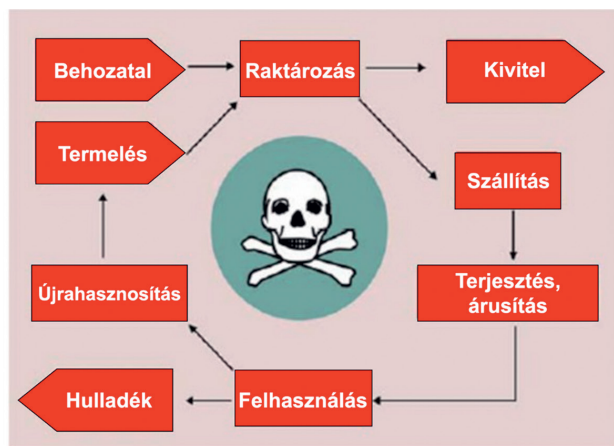
## Bevezetés

Az utolsó másfél évszázadban a kemizáció a világon exponenciálisan növekedő tendenciát mutat, s ez igaz az iparra, a mezőgazdaságra, a háztartásokra, az egészségügyre és a szépségiparra egyaránt. Hatalmas igény van az innovációra ezen a területen, hogy napról napra minél hatékonyabb ragasztókat, gyógyszereket, jobban kezelhető műanyagokat vagy akár rugalmasabb textilszálakat fejlesszenek ki. Ugyanez a helyzet a robbanóanyagok területén is, fejlesztésüket az 1800-as évek végén kezdték meg, de a mai napig tart a folyamat, új vegyületek jelennek meg, új technológiák, amelynek célja a hatékonyság és biztonságosság növelése.<sup>2</sup>

A kemizáció ugrásszerű növekedésével új veszélyek, kockázatok jelentek meg az emberi egészséggel és a környezetünkkel kapcsolatban, nap mint nap jelennek meg hírek környezeti katasztrófákról, kihalt állatfajokról és emberi betegségekről, amelyek a vegyi anyagok elterjedésének köszönhetőek, de sokszor még felmérni sem tudjuk ezek hatását, mivel nem áll rendelkezésre elég információ, vagy nem végeztek hozzá elég vizsgálatot.

A vegyi anyagok életciklusa során minden állomásnál fennállnak olyan tényezők, amelyek negatív hatással lehetnek az életünkre, a gyártás során mérgező melléktermékek keletkezhetnek, az alapanyagokat, termékeket szállítani kell, fennáll a havária veszélye, és a keletkező hulladékokat is kezelni kell. Mivel vegyi anyagok nélkül megállna az élet, a jelenleg ismert világ ebben a formában megszűnne, így cél a fenntartható fejlődés elérése ezen a területen is.

A kémiai biztonság fogalma tehát a kemizációból, a vegyi anyagok életciklusából (1. ábra) származó, a környezetet és az ember egészségét károsító kockázatok csökkentését, elkerülését célul kitűző, és megvalósító intézmények tevékenységének olyan összessége, amelyek egyidejűleg figyelembe veszik a fejlődés fenntarthatóságának szükségességét.<sup>3</sup>



1. ábra: A vegyi anyagok életciklusa

Forrás: MAJOR 2015

<sup>2</sup> DARUKA 2023: 9; KUGYELA 2020: 59.

<sup>3</sup> 2000. évi XXV. törvény kémiai biztonságról.

## A kémiai biztonság szabályozása

A vegyi anyagok sokszínűsége miatt, mivel sokszor a megnevezésük sem egyértelmű, egységes rendszerre volt szükség a fizikai, egészségi és környezeti veszélyeikkel kapcsolatban, osztályozási szempontokat kellett meghatározni, vizsgálati módszereket bevezetni, eljárásrendeket kialakítani, csomagolási és feliratozási normákat előírni.

A világ országai ebből a célból az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) égisze alatt 2002-ben létrehoztak egy globálisan harmonizált rendszert, teljes nevén a Vegyi anyagok besorolásának és címkézésének globálisan harmonizált rendszerét (angolul: Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS).<sup>4</sup>

A GHS az elfogadása után felváltotta a hasonló céllal létrehozott európai és egyesült államokbeli rendszereket. Az Európai Unió (EU) bevezette az anyagok és keverékek osztályozásáról, címkézéséről és csomagolásáról szóló, 2008. december 16-i 1272/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendeletet, röviden CLP- (Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures) rendeletet.<sup>5</sup> Az EU minden tagállamára érvényes szabályozás 2009. január 20-án lépett hatályba, és egy átmeneti időszakot követően, 2015-től teljeskörűen a korábban érvényben lévő osztályozási, címkézési és csomagolási irányelvek (67/548/EGK és 1999/45/EK) helyébe lépett. Ma az EU-n belül gyártani, forgalmazni, felhasználni és behozni csak olyan vegyi anyagot szabad, amelynek osztályozása, csomagolása és feliratozása megfelel ennek a rendeletnek.

Emellett az Európai Parlament és az Európai Tanács 2006. december 18-án elfogadta a vegyi anyagok regisztrálását, értékelését, engedélyezését és korlátozását szabályozó 1907/2006/EK rendeletet. A REACH-nek (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) nevezett jogszabály 2007. június 1-jén lépett hatályba, és rendelkezéseit az EU valamennyi tagállamában közvetlenül alkalmazni kell. A rendelet elsődleges célja, hogy – a meglévő és az új anyagokat fokozatosan azonos, átfogó, de igen szigorú szabályok alá vonva – biztosítsa az emberi egészség és a környezet magas szintű védelmét, a fenntartható fejlődést, a versenyképesség és innováció fenntartása, javítása mellett. A szabályozás fontos alapelve, hogy nemcsak az anyagokról összegyűjtendő adatok dokumentálásáért, hanem az azok használatából, továbbadásából adódó kockázatok becsléséért is az ipar a felelős, sőt, a feladatok egy része, és így a felelősség is, kiterjed az egész szállítói láncra.

A szabályozás elemei közül az egyik legfontosabb a regisztrálás kötelezettsége, amely minden olyan gyártóra, importálóra vonatkozik, aki legalább évi 1 tonna mennyiségben gyárt vagy importál önmagában, keverékben vagy árucikkben előforduló anyagot. A regisztrációhoz átfogó, vizsgálati adatokat és összefoglalókat is tartalmazó technikai dokumentációt, expozíciós forgatókönyvet kell összeállítani, amelyben a szükséges információk és vizsgálatok köre a mennyiség függvényében bővül.

A folyamat fő célja, hogy biztosítsa az egyes anyagokból eredő kockázatok megfelelő ellenőrzését és elősegítse az úgynevezett különös aggodalomra okot adó anyagok biztonságosabb

<sup>4</sup> GHS: <https://unece.org/about-ghs>

<sup>5</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete.

anyagokkal történő felváltását, helyettesítését. Az engedélyköteles anyagok listája folyamatosan bővül, és a listán szereplő anyagokat az úgynevezett lejáratú időn túl csak külön engedély birtokában lehet gyártani, forgalomba hozni vagy felhasználni, az esetleges mentességeket figyelembe véve.<sup>6</sup>

Magyarországon a kémiai biztonsággal kapcsolatos hatósági feladatokat a Nemzeti Népegészségügyi Központ Kémiai Biztonsági és Kompetens Hatósági Főosztálya látja el. Rendelkezésre áll a szervezetén belül egy, a nap 24 órájában működő iroda, az Egészségügyi Toxikológiai Tájékoztató Szolgálat (ETTSZ), amely akut mérgezés vagy annak várható kialakulása esetén, tehát sürgősségi esetben ingyenesen hívható, és a mérgezést okozó anyag vagy keverék veszélyességére, a várható tünetekre és teendőkre vonatkozóan kaphat információt a hívó, illetve munkaidőben felvilágosítást nyújt a kémiai biztonság érdekében a jogszabályokban meghatározott kötelezettségekkel és eljárásokkal kapcsolatban is.

Az EU direktívái a jogharmonizáció következtében a magyar jogszabályokban is megjelentek, aktualizálva lettek, ezek a legfontosabbak:

- a kémiai biztonságról szóló 2000. évi XXV. törvény,
- a veszélyes anyagokkal és készítményekkel kapcsolatos egyes eljárások, illetve tevékenységek részletes szabályairól szóló 44/2000 (XII. 27.) EüM rendelet,
- a kémiai kóroki tényezők hatásának kitett munkavállalók egészségének és biztonságának védelméről szóló 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet,
- a foglalkozási eredetű rákkeltő, mutagén vagy reprodukciót károsító anyagok elleni védekezésről és az általuk okozott egészségkárosodások megelőzéséről szóló 55/2023. (XII. 28.) GFM rendelet.

A fenti szabályozás nem terjed ki többek között az emberi vagy az állatgyógyászati célra használt gyógyszerekre, és az orvostechonikai eszköznek minősülő termékekre és anyagokra, a pszichotróp anyagokra, a kábítószerekre és a kábítószer-prekursorokra, a kozmetikai termékekre, a hulladéknak minősülő anyagokra, a radioaktív anyagokra, az élelmiszerekre, a takarmányokra és a növényvédő szerekre.<sup>7</sup>

## Vegyí anyagok osztályozási rendszere

A CLP-rendelet meghatározza, hogy a vegyi anyagokat veszélyességük alapján osztályba kell sorolni, figyelembe kell venni az anyag vagy keverék fizikai tulajdonságait, az emberi egészségre és a környezetre gyakorolt hatását.

Általában a gyártó, az importőr, illetve a továbbfelhasználó feladata az általuk szállított anyagok és keverékek osztályba sorolása a CLP-rendeletben meghatározott eljárások szerint. Ez az önkéntes vagy saját osztályozás. Egyes esetekben az osztályba sorolásról független

<sup>6</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete; Az Európai Parlament és a Tanács 1907/2006/EK rendelete.

<sup>7</sup> 2000. évi XXV. törvény a kémiai biztonságról.

szakértők állapotnak meg európai szinten. Ezt nevezzük harmonizált osztályozásnak. Ha az anyag rendelkezik harmonizált osztályozással, azt kell alkalmazni. Minden anyag és/vagy keverék osztályozását fel kell tüntetni a csomagoláson és a biztonsági adatlap 2. szakaszában.<sup>8</sup>

## A jelenleg alkalmazott osztályok és kategóriák<sup>9</sup>

### Fizikai veszélyek szerinti osztályok és kategóriák

Robbanóanyagok: instabil robbanóanyagok, 1.1., 1.2., 1.3., 1.4., 1.5. és 1.6. alosztály  
 Tűzveszélyes gázok (beleértve a kémiailag instabil gázokat): A és B kategória (tűzveszélyes gázok), 1. és 2. kategória (kémiailag instabil gázok)  
 Tűzveszélyes aeroszolok: 1., 2. és 3. kategória  
 Oxidáló gázok: 1. kategória  
 Nyomás alatt lévő gázok (sűrített gáz, cseppfolyósított gáz, mélyhűtött cseppfolyósított gáz, oldott gáz)  
 Tűzveszélyes folyadékok: 1., 2. és 3. kategória  
 Tűzveszélyes szilárd anyagok: 1. és 2. kategória  
 Önreaktív anyagok és keverékek: A, B, C, D, E, F és G típus  
 Öngyulladó folyadékok: 1. kategória  
 Öngyulladó szilárd anyagok: 1. kategória  
 Önmelegedő anyagok és keverékek: 1. és 2. kategória  
 Olyan anyagok és keverékek, amelyek vízzel érintkezve tűzveszélyes gázokat bocsátanak ki: 1., 2. és 3. kategória  
 Oxidáló folyadékok: 1., 2. és 3. kategória  
 Oxidáló szilárd anyagok: 1, 2. és 3. kategória  
 Szerves peroxidok: A, B, C, D, E, F és G típus  
 Fémekre korrozív hatású anyagok: 1. kategória

### Egészségi veszélyek szerinti osztályok és kategóriák

Akut toxicitás: 1., 2., 3. (mérgező) és 4. (ártalmas) kategória  
 Bőrmarás/-irritáció: 1. kategória – maró (1A., 1B., 1C.) és 2. kategória – irritáló  
 Súlyos szemkárosodás/szemirritáció: 1. kategória (irreverzibilis szemkárosodás) és 2. kategória (reverzibilis szemkárosodás, irritáció)  
 Légzőszervi szenzibilizáció vagy bőrszenzibilizáció: 1. kategória  
 Csírasejt-mutagenitás: 1A., 1B. és 2. kategória  
 Rákkeltő hatás: 1A., 1B. és 2. kategória

<sup>8</sup> ECHA 2009.

<sup>9</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete.

Reprodukciós toxicitás: 1A., 1B. és 2. kategória és a laktációra gyakorolt vagy a laktáción keresztül fellépő hatásokra vonatkozó további kategória

Célszervi toxicitás – egyszeri expozíció (STOT SE): 1. és 2. kategória és a 3. kategória kizárólag narkotikus hatások és légúti irritáció számára

Célszervi toxicitás – ismétlődő expozíció (STOT RE): 1. és 2. kategória

Aspirációs veszély: 1. kategória

Emberi egészséget veszélyeztető endokrin károsító anyag: 1. és 2. kategória – új

Környezeti veszélyek szerinti osztályok és kategóriák

Veszélyes a vízi környezetre: 1. akut kategória, 1., 2., 3. és 4. krónikus kategória

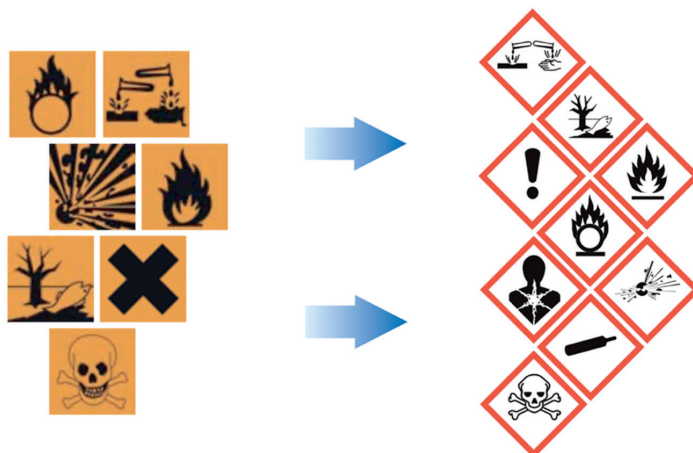
Az ózonrétegre veszélyes

Környezetet veszélyeztető endokrin károsító anyag: 1. és 2. kategória – új

Perzisztens, bioakkumulatív és mérgező, valamint nagyon perzisztens és nagyon bioakkumulatív anyagok (különös aggodalomra okot adó anyagok) – új

## Veszélyjelek

A veszélyt jelző piktogram egy konkrét veszély képi megjelenítése (2. ábra). Ennek megfelelően minden anyag vagy keverék osztályozása során meghatározzák azokat a veszélyt jelző piktogramokat, amelyeket fel kell tüntetni annak címkéjén és biztonsági adatlapján. Maga a jel egy, az egyik csúcán álló négyzet, rajta fehér alapon fekete szimbólum vörös kerettel, amelyet megfelelő méretben, jól láthatóan kell elhelyezni.<sup>10</sup>



2. ábra: A CLP bevezetésével a régi piktogramokat újakra kellett cserélni

Forrás: ECHA 2016

<sup>10</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete.



## Veszélyt jelző vagy figyelmeztető mondatok (H mondatok)

A vegyi anyagokkal kapcsolatos dokumentációnak, feliratoknak tartalmazniuk kell az anyag vagy keverék veszélyeinek természetét és súlyosságát leíró, megfelelő figyelmeztető mondatokat is. Az egyes különleges veszélyességi osztályozásokra vonatkozó figyelmeztető mondatokat a CLP I. mellékletének részletes részében szereplő táblázatok határozzák meg. A CLP III. melléklete sorolja fel a figyelmeztető mondatok szabatos megfogalmazását, ahogy meg kell jelenniük a címkéken, a teljes EU területén mindenhol, minden nyelven ugyanazt jelentik az ugyanazzal a számmal jelölt mondatok. A GHS-rendszert és a CLP-t megelőzően az R mondatok töltötték be ezt a szerepet.<sup>11</sup>

A legfontosabb H mondatok (nem a teljes lista):<sup>12</sup>

**H200** – Instabil robbanóanyagok.

**H201** – Robbanóanyag; teljes tömeg felrobbanásának veszélye.

**H202** – Robbanóanyag; kivetés súlyos veszélye.

**H203** – Robbanóanyag; tűz, robbanás vagy kivetés veszélye.

**H204** – Tűz vagy kivetés veszélye.

**H205** – Tűz hatására a teljes tömeg felrobbanhat.

**H220** – Rendkívül tűzveszélyes gáz.

**H222** – Rendkívül tűzveszélyes aeroszol.

**H224** – Rendkívül tűzveszélyes folyadék és gőz.

**H225** – Fokozottan tűzveszélyes folyadék és gőz.

**H228** – Tűzveszélyes szilárd anyag.

**H229** – Az edényben túlnyomás uralkodik: hő hatásár megrepedhet.

**H230** – Még levegő hiányában is robbanásszerű reakcióba léphet.

**H240** – Hő hatására robbanhat.

**H250** – Levegővel érintkezve önmagától meggyullad.

**H251** – Önmelegedő: meggyulladhat.

**H260** – Vízrel érintkezve öngyulladásra hajlamos tűzveszélyes gázokat bocsát ki.

**H271** – Tűzet vagy robbanást okozhat; erősen oxidáló hatású.

**H300** – Lenyelve halálos.

**H301** – Lenyelve mérgező.

**H302** – Lenyelve ártalmas.

**H304** – Lenyelve és a légutakba kerülve halálos lehet.

**H310** – Bőrrel érintkezve halálos.

**H311** – Bőrrel érintkezve mérgező.

**H312** – Bőrrel érintkezve ártalmas.

**H314** – Súlyos égési sérülést és szemkárosodást okoz.

**H315** – Bőrirritáló hatású.

**H317** – Allergiás bőrreakciót válthat ki.

**H318** – Súlyos szemkárosodást okoz.

**H319** – Súlyos szemirritációt okoz.

**H330** – Belélegezve halálos.

**H331** – Belélegezve mérgező.

**H332** – Belélegezve ártalmas.

**H334** – Belélegezve allergiás és asztmás tüneteket és nehéz légzést okozhat.

**H335** – Légúti irritációt okozhat.

**H336** – Álmoságot vagy szédülést okozhat.

**H340** – Genetikai károsodást okozhat (meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt).

<sup>11</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete, III. melléklet.

<sup>12</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete, III. melléklet.

**H341** – Feltehetően genetikai károsodást okoz (meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt).

**H350** – Rákot okozhat (meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt).

**H351** – Feltehetően rákot okoz (meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt).

**H360** – Károsíthatja a termékenységet vagy a születendő gyermeket (ha ismert, meg kell adni a konkrét hatást, és meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt).

**H361** – Feltehetően károsítja a termékenységet vagy a születendő gyermeket (ha ismert, meg kell adni a konkrét hatást, és meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt).

**H362** – A szoptatott gyermeket károsíthatja.

**H370** – Károsítja a szerveket (vagy meg kell adni az összes érintett szervet, ha ismertek, és meg

kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt).

**H371** – Károsíthatja a szerveket (vagy meg kell adni az összes érintett szervet, ha ismertek, és meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt).

**H372** – Ismétlődő vagy hosszabb expozíció esetén károsítja a szerveket (meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt, és meg kell adni az összes érintett szervet, ha ismertek).

**H373** – Ismétlődő vagy hosszabb expozíció esetén károsíthatja a szerveket (meg kell adni az expozíciós útvonalat, ha meggyőzően bizonyított, hogy más expozíciós útvonal nem okozza a veszélyt, és meg kell adni az összes érintett szervet, ha ismertek).

**H400** – Nagyon mérgező a vízi élővilágra.

**H420** – Károsítja a közegészséget és a környezetet, mert a légkör felső rétegeiben lebontja az ózont.

A fenti mondatok kombinációja is előfordulhat, illetve kiegészítésként szerepelhetnek EUH-mondatok is, amelyek a GHS-ben nem szerepelnek, de a korábbi uniós rendszerben már alkalmazták őket.

**EUH 018** – A használat során tűzveszélyes/robbanásveszélyes gőz/levegő elegy keletkezhet.

**EUH 208** – Allergén anyag neve: ...-t tartalmaz. Allergiás reakciót válthat ki.

#### Óvintézkedésre vonatkozó mondatok (P mondatok)

A vegyi anyagok címkéinek és biztonsági adatlapjainak tartalmazniuk kell a megfelelő, óvintézkedésre vonatkozó mondatokat is, amelyek utasításokat adnak az anyag vagy a keverék veszélyeiből eredő, az emberi egészségre vagy a környezetre gyakorolt káros hatásokat megelőző vagy a lehető legkisebbre csökkentő intézkedések tekintetében. Az egyes különleges veszélyességi osztályozásokhoz tartozó óvintézkedésre vonatkozó mondatok – hasonlóan a veszélyt jelző mondatokhoz – részletesen a CLP I. mellékletének 2–5. részében levő táblázatokban szerepelnek. A CLP IV. melléklete sorolja fel az óvintézkedésre vonatkozó mondatok

szabatos megfogalmazását az EU összes nyelvén, hasonlóan a H mondatokhoz. A kiválasztásnál figyelembe kell venni a használt figyelmeztető mondatokat és az anyag vagy keverék tervezett vagy ismert felhasználását vagy felhasználásait. A jelenlegi rendszert megelőzően az S mondatokat alkalmazták.<sup>13</sup>

A P mondatok információkat tartalmaznak az esetleges károsító hatások megelőzésére vonatkozólag, előírják az elhárító intézkedéseket, utasításokat adnak a tárolással és a hulladékkezeléssel kapcsolatban.<sup>14</sup>

A legfontosabb P mondatok (nem a teljes lista):<sup>15</sup>

- P101** – Orvosi tanácsadás esetén tartsa kéznél a termék edényét vagy címkéjét.
- P102** – Gyermekektől elzárva tartandó.
- P201** – Használat előtt ismerje meg az anyagra vonatkozó különleges utasításokat.
- P202** – Ne használja addig, amíg az összes biztonsági óvintézkedést el nem olvasta és meg nem értette.
- P210** – Hőtől, forró felületektől, szikrától, nyílt lángtól és más gyújtóforrástól távol tartandó. Tilos a dohányzás.
- P212** – Kerülje a hevítést zárt térben vagy a deszenzibilizáló szer mennyiségének csökkenése esetén.
- P220** – Ruhától és más éghető anyagoktól távol tartandó.
- P221** – Minden óvintézkedést meg kell tenni, hogy ne keveredjen éghető anyagokkal.
- P222** – Nem érintkezhet levegővel.
- P223** – Nem érintkezhet vízzel.
- P230** – ...-val/-vel nedvesítve tartandó.
- P232** – Nedvességtől védendő.
- P233** – Az edény szorosan lezárva tartandó.
- P234** – Az eredeti csomagolásban tartandó.
- P235** – Hűvös helyen tartandó.
- P240** – A tárolóedényt és a fogadóedényt le kell földelni és át kell kötni.
- P243** – Az elektrosztatikus kisülés megakadályozására óvintézkedéseket kell tenni.
- P250** – Tilos csiszolásnak/ütésnek/súrlódásnak/... kitenni.
- P260** – A por/füst/gáz/köd/gőzök/permet belélegzése tilos.
- P261** – Kerülje a por/füst/gáz/köd/gőzök/permet belélegzését.
- P262** – Szembe, bőrre vagy ruhára nem kerülhet.
- P263** – Terhesség és szoptatás alatt kerülni kell az anyaggal való érintkezést.
- P264** – A használatot követően a(z) ...-t alaposan meg kell mosni.
- P270** – A termék használata közben tilos enni, inni vagy dohányozni.
- P271** – Kizárólag szabadban vagy jól szellőző helyiségben használható.
- P272** – Szennyezett munkaruhát tilos kivinni a munkahely területéről.
- P273** – Kerülni kell az anyagnak a környezetbe való kijutását.
- P280** – Védőkesztyű/védőruha/szemvédő/arcvédő/hallásvédelem/... használata kötelező.
- P281** – Az előírt egyéni védőfelszerelés használata kötelező.
- P284** – [Nem megfelelő szellőzés esetén] légzésvédelem kötelező.

<sup>13</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete, IV. melléklet.

<sup>14</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete, IV. melléklet.

<sup>15</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete, IV. melléklet.

- P312** – Rosszullét esetén forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ/orvoshoz.
- P313** – Orvosi ellátást kell kérni.
- P320** – Sürgős szakellátás szükséges (lásd ... a címkén).
- P330** – A száját ki kell öblíteni.
- P331** – TILOS hánytatni.
- P340** – Az érintett személyt friss levegőre kell vinni és olyan nyugalmi testhelyzetbe kell helyezni, hogy könnyen tudjon lélegezni.
- P353** – A bőrt le kell öblíteni vízzel [vagy zuhanyozás].
- P360** – A ruhák levetése előtt a szennyezett ruházatot és a bőrt bő vízzel azonnal le kell öblíteni.
- P361 + P364** – Az összes szennyezett ruhadarabot azonnal le kell vetni, és újbóli használat előtt ki kell mosni.
- P372** – Robbanásveszély.
- P373** – TILOS a tűz oltása, ha az robbanóanyagra átterjedt.
- P378** – Az oltáshoz ... használandó.
- P380** – A területet ki kell üríteni.
- P390** – A kiömlött anyagot fel kell itatni a körülvevő anyagok károsodásának megelőzése érdekében.
- P301 + P310** – LENYELÉS ESETÉN: Azonnal forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ/orvoshoz.
- P301 + P312** – LENYELÉS ESETÉN: Rosszullét esetén forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ/orvoshoz.
- P301 + P330 + P331** – LENYELÉS ESETÉN: A száját ki kell öblíteni. TILOS hánytatni.
- P302 + P352** – HA BŐRRE KERÜL: Lemosás bő vízzel/...
- P303 + P361 + P353** – HA BŐRRE (vagy hajra) KERÜL: Az összes szennyezett ruhadarabot azonnal le kell vetni. A bőrt le kell öblíteni vízzel [vagy zuhanyozás].
- P304 + P340** – BELÉLEGZÉS ESETÉN: Az érintett személyt friss levegőre kell vinni és olyan nyugalmi testhelyzetbe kell helyezni, hogy könnyen tudjon lélegezni.
- P305 + P351 + P338** – SZEMBE KERÜLÉS ESETÉN: Több percig tartó óvatos öblítés vízzel. Adott esetben a kontaktlencsék eltávolítása, ha könnyen megoldható. Az öblítés folytatása.
- P306 + P360** – HA RUHÁRA KERÜL: A ruhák levetése előtt a szennyezett ruházatot és a bőrt bő vízzel azonnal le kell öblíteni.
- P308 + P311** – Expozíció vagy annak gyanúja esetén: Forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ/orvoshoz.
- P308 + P313** – Expozíció vagy annak gyanúja esetén: Orvosi ellátást kell kérni.
- P337 + P313** – Ha a szemirritáció nem múlik el: orvosi ellátást kell kérni.
- P342 + P311** – Légzési problémák esetén: Forduljon TOXIKOLÓGIAI KÖZPONTHOZ/orvoshoz.
- P361 + 364** – Az összes szennyezett ruhadarabot azonnal le kell vetni és újbóli használat előtt ki kell mosni.
- P370 + P378** – Tűz esetén: Az oltáshoz ... használandó.
- P370 + P380 + P375** – Tűz esetén: A területet ki kell üríteni. A tűz oltását robbanásveszély miatt távolból kell végezni.
- P370 + P372 + P380 + P373** – Tűz esetén: Robbanásveszély. A területet ki kell üríteni. TILOS a tűz oltása, ha az robbanóanyagra átterjedt.
- P401** – A ...-nak/-nek megfelelően tárolandó.
- P402** – Száraz helyen tárolandó.
- P403** – Jól szellőző helyen tárolandó.
- P404** – Zárt edényben tárolandó.
- P405** – Elzárva tárolandó.
- P407** – A rakatok vagy raklapok között térközt kell hagyni.
- P410** – Napfénytől védendő.
- P420** – Elkülönítve tárolandó.
- P403 + P233** – Jól szellőző helyen tárolandó. Az edény szorosan lezárva tartandó.
- P501** – A tartalom/edény elhelyezése hulladékként: a helyi/területi/ országos/nemzetközi előírásoknak (meghatározandó) megfelelően.

## Biztonsági adatlap

A biztonsági adatlap (*safety data sheet*, SDS) egy olyan kötelezően biztosítandó dokumentum, amely részletes információkat tartalmaz egy anyag vagy keverék összetételéről, fizikai és kémiai tulajdonságairól, egészségügyi hatásairól, valamint a környezetre gyakorolt hatásairól. Tartalmazza továbbá a termék biztonságos kezelésére, használatára, tárolására és ártalmatlanítására vonatkozó útmutatásokat.

Célja, hogy a munkavállalók és a munkáltatók számára biztosítsa a szükséges információkat az anyag vagy keverék biztonságos kezeléséhez, használatához és ártalmatlanításához. Idetartozik a termékhez kapcsolódó lehetséges veszélyek és kockázatok azonosítása, valamint azok kezelésére vagy enyhítésére vonatkozó útmutatások nyújtása és a vészhelyzetben fellépő szakemberek számára is egy fontos információforrás, ha baleset történik, vagy valaki ki van téve a termékkel való érintkezésnek.

Az SDS a CLP-rendeletben meghatározott elemeket kell tartalmazza egységes formátumban, könnyen olvasható kell legyen, egyértelmű fejlécekkel és alcímekkel, amelyek segítik a felhasználót.

Nagyon fontos továbbá, hogy a felhasználó nyelvén kell biztosítani, a felhasználás helyén papíron is, nem csak elektronikusan, hogy veszély esetén gyorsan elérhető legyen.<sup>16</sup>

A biztonsági adatlapban közölt legfontosabb információk:

- az anyag vagy keverék CLP szerinti besorolása, veszélyjele, P és H mondatok;
- ha keverék, annak összetétele;
- a vegyi anyag fiziko-kémiai tulajdonságai, egészségre gyakorolt hatásai, ökotoxikológiai információk;
- munkahelyi expozíciós határértékek;
- az expozíció ellenőrzésére és csökkentésére vonatkozó követelmények (például helyi légelszívás, egyéni védőeszközök követelményei);
- a biztonságos használat és tárolás módja, haváriára vonatkozó utasítások;
- segélyhívó szám és elsősegélynyújtási intézkedések.<sup>17</sup>

## Címkézés

A CLP-rendelet hatálya alá tartozó anyagok tároló edényzetét a jogszabályban meghatározott előírásoknak megfelelően fel kell címkézni. A címkének meghatározott méretűnek kell lennie, jól olvasható, meghatározott információkkal:

- a szállító(k) neve, címe és telefonszáma;
- a lakosságnak szánt, csomagban lévő anyag vagy keverék névleges mennyisége, kivéve, ha ez a mennyiség a csomagon máshol már szerepel;

<sup>16</sup> Forrás: <https://www.biztonsagiadatlap.hu/biztonsagi-adatlap-fogalma/>

<sup>17</sup> ECHA 2009.

- termékazonosítók (az anyag neve, azonosítószáma; a keverék neve és a keverékben lévő valamennyi olyan anyag megnevezése, amely hozzájárul a keverék veszélyességének az akut toxicitás, bőrrmarás vagy súlyos szemkárosodás, a csírasejt-mutagenitás, rákkeltő hatás, reprodukciós toxicitás, a légzőszervi vagy bőrszenzibilizáció, a célszervi toxicitás vagy az aspirációs veszély szempontjából való meghatározásához);
- adott esetben a veszélyt jelző piktogramok;
- adott esetben a figyelmeztetések (Veszély vagy Figyelem);
- adott esetben a figyelmeztető mondatok (H mondatok);
- adott esetben a megfelelő óvintézkedésre vonatkozó mondatok (P mondatok);
- adott esetben a kiegészítő információs mező (például EUH-mondatok).<sup>18</sup>

## Robbanóanyagok osztályozása a CLP-rendelet szerint

A robbantástechnikában robbanóanyagnak az olyan gyakorlatilag hasznosítható vegyületeket (elegyeket, olvadékokat) nevezzük, amelyek a megfelelő kezdőgyújtás (aktiválási energia) hatására bekövetkező önfenntartó (exoterm) kémiai átalakulás (reakció) során, hirtelen (százazred másodperc alatt) magas hőmérsékletű és igen nagy nyomású, főleg gáztermékekkel alakulnak át, amelyek kiterjedésük közben rendkívül nagy teljesítményű munkát végeznek, és környezeti hatást váltanak ki.<sup>19</sup> A kémiai biztonság szempontjából bizonyos tulajdonságaik alapján a robbanásra képes anyagok és pirotechnikai anyagok is idetartoznak.<sup>20</sup>

### Besorolás fizikai veszély alapján

A robbanóanyagok és robbanásra képes anyagok besorolása a CLP-rendelet I. melléklet 2. rész 2.1. alpontjában található (1. táblázat), és vonatkozik minden olyan szilárd vagy folyékony anyagra, vagy anyagok keverékére, amely önmagában is képes kémiai reakció révén gázt fejleszteni olyan hőmérsékleten és nyomáson, továbbá olyan sebességgel, hogy környezetében ezzel kárt okoz. A pirotechnikai anyagok akkor is idetartoznak, ha nem fejlesztenek gázt.

A besoroláshoz szükséges vizsgálati módszereket az ENSZ: *Veszélyes áruk szállítására vonatkozó ajánlások, Vizsgálatok és kritériumok kézikönyve*, a döntési folyamatot a CLP-rendelet fenti szakasza írja le.<sup>21</sup>






<sup>18</sup> Forrás: <https://www.biztonsagiadatlap.hu/biztonsagi-adatlap-cimkezesi-elemei/>

<sup>19</sup> LUKACS 2008; HORVÁTH-EMBER 2022.

<sup>20</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete, I. melléklet.

<sup>21</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete, I. melléklet.

1. táblázat: Robbanóanyagok CLP szerinti osztályozása

Osztályozás	Instabil robbanóanyag	1.1. osztály	1.2. osztály	1.3. osztály	1.4. osztály	1.5. osztály	1.6. osztály
GHS-piktogram							
Figyelmeztetés	Veszély	Veszély	Veszély	Veszély	Figyelem	Veszély	Nincs figyelmeztetés
Figyelmeztető mondat	H200: Instabil robbanóanyag	H201: Robbanóanyag; teljes tömeg felrobbanásának veszélye	H202: Robbanóanyag; kivetés súlyos veszélye	H203: Robbanóanyag; tűz, robbanás vagy kivetés veszélye	H204: Tűz vagy kivetés veszélye	H205: Tűz hatására a teljes tömeg felrobbanhat	Nincs figyelmeztető mondat
Óvintézkedésre vonatkozó mondat – Megelőzés	P201 P202 P281	P210 P230 P240 P250 P280	P210 P230 P240 P250 P280	P210 P230 P240 P250 P280	P210 P240 P250 P280	P210 P230 P240 P250 P280	Nincs óvintézkedésre vonatkozó mondat
Óvintézkedésre vonatkozó mondat – Elhárító intézkedések	P372 P373 P380	P370+P380 P372 P373	P370+P380 P372 P373	P370+P380 P372 P373	P370+P380 P372 P373	P370+P380 P372 P373	Nincs óvintézkedésre vonatkozó mondat
Óvintézkedésre vonatkozó mondat – Tárolás	P401	P401	P401	P401	P401	P401	Nincs óvintézkedésre vonatkozó mondat
Óvintézkedésre vonatkozó mondat – Elhelyezés hulladékként	P501	P501	P501	P501	P501	P501	Nincs óvintézkedésre vonatkozó mondat

*Forrás: Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete, I. melléklet*

## Robbanóanyagok egészségi veszélyei

A robbanóanyagokat gyártásuk, szállításuk, felhasználásuk során nem csak az általuk okozott fizikai veszélyek miatt kell a kellő gondossággal kezelnie a munkavállalóknak. Vegyi anyagként egészségi veszélyeket is hordoznak magukban, hatnak az emberi szervezet egyes folyamataira, többet közülük gyógyszerként is alkalmaznak, természetesen olyan formában, etanolban és propilén-glikolban oldva, amely a felhasználást, bevitt biztonsággá teszi, például nitroglicerinnel aeroszol.<sup>22</sup>

A nem teljesen zárt technológiával kezelt robbanóanyagok számos módon bejuthatnak az emberi szervezetbe munkavégzés során, felszívódhatnak a légutakon, bőrön keresztül is, de súlyos munkavédelmi szabálytalanságok esetén a szájon keresztüli bevitel sem zárható ki teljesen. Sok vegyi anyag irritálhatja a bőrt és a szemet, egyes anyagok pedig allergiás reakciót idézhetnek elő az arra érzékeny személyeknél.<sup>23</sup>

<sup>22</sup> Nitromint aeroszol alkalmazási előirat [é. n.]; DARUKA–SZALKAI 2023: 105.

<sup>23</sup> HERNÁD 2013: 45–67.

A toxikus és szervkárosító anyagok esetén a munkavállalók alkalmassági vizsgálatát ki kell egészíteni az érintett szervek vizsgálatával, laborvizsgálattal. Ugyanez érvényes a rákkeltő, mutagén és reprodukciót károsító osztályba sorolt anyagok esetében is, ezekkel az anyagokkal kapcsolatban külön részletes jogszabály rendelkezik a munkavállalók védelmével.<sup>24</sup>



## Környezeti veszélyek

A környezeti károsító hatásokat a vízi ökoszisztémára és az ózonszféra gyakorolt akut és krónikus hatásuk alapján elemzik, figyelembe veszik az anyag lebomlási sebességét és a biológiai szervezetekben való felhalmozódásának lehetőségét.<sup>25</sup> Különösen aggodalomra okot adó anyagok a nagyon perzisztens, nagyon bioakkumulatív anyagok (vBvP-anyagok), a robbanóanyagok vagy összetevőik közül a legfontosabb ilyen anyag a dinitro-toluol. Kísérleti robbantások után a robbantótér talajából vett mintákban (akár a háttérből, akár a robbanás centrumából) kivétel nélkül azonosítható volt a dinitro-toluol két izomerje (2,4 DNT és 2,6 DNT), a TNT, tetril és más szerves nitrátvegyületek.<sup>26</sup>

## A legfontosabb robbanóanyag/robbanóanyag-összetevők osztályozása

A következő táblázatban (2. táblázat) összegyűjtöttem a leggyakrabban használt robbanóanyagoknak és robbanóanyag-keverékek összetevőinek a CLP előírásainak megfelelő adatait.

2. táblázat: A legfontosabb robbanóanyagok és robbanóanyag-összetevők CLP szerinti besorolása


















Név	CAS	Class.	Veszélyjel	H mondat	P mondat
Dinitro-toluol	121-14-2	Acute Tox. 3 Muta. 2 Carc. 1B Repr. 2 STOT RE 2; Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1		H301 H331 H311 H341 H350 H361f H373 H400 H410	P202 P260 P273 P280 P301 + P310 P302 + P352 + P312
Ammónium-nitrát	6484-52-2	Ox. Sol. 3 Eye Irrit. 2		H272 H319	P210 P220 P370+P378 P264 P280P305+P351+P338













<sup>24</sup> 55/2023. (XII. 28.) GFM rendelet.

<sup>25</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete, I. melléklet.

<sup>26</sup> LAPAT et al. 2017: 47.



Név	CAS	Class.	Veszélyjel	H mondat	P mondat
Nitroglicerín	55-63-0	Acute Tox. 2 Acute Tox. 1 STOT RE 2 Aquatic Chronic 2 Unst. Expl.	   	H200 H201 H300+- H310+H330 H373 H411	P210 P230 P234 P250 P260 P262 P280 P301+P310 P304+P340 P370+P372+P380+P373 P403+P233
TNT	118-96-7	Expl. 1.1 Acute Tox. 3 STOT RE 2 Aquatic Chronic 2	   	H201 H301 H331 H311 H373 H411	P210 P250 P280 P301+P310 P370+P372+P380+P373 P403+P233
RDX	121-82-4	Expl. 1.1 Acute Tox. 3 STOT RE 1	  	H201 H301 H372 H401	P210 P230 P234 P240 P250 P260 P264 P270 P273 P280
Tetryl	479-45-8	Expl. 1.1 Acute Tox. 3 STOT RE 2	  	H201 H331 H311 H301 H373	P210 P250 P280 P301+P310 P370+P372+P380+P373 P403+P233
Pikrinsav	88-89-1	Expl. 1.1 Acute Tox. 3	 	H201 H331 H311 H301	P210 P212 P230 P233 P280 P370 + P380 + P375 P501
Nitropenta	78-11-5	Unst. Expl.		H200	P210 P230 P234 P240 P250 P280













Név	CAS	Class.	Veszélyjel	H mondat	P mondat
Nitroglikol	628-96-6	Unst. Expl. Acute Tox. 1 Acute Tox. 2 STOT RE 2	  	H200 H330 H310 H300 H373	P203 P250 P280 P264 P270 P262 P260 P271 P284 P330 P316 P320 P319 P401 P405 P501 P370+P372+P380+P373 P301+P316 P302+P352 P361+P364 P304+P340 P403+P233
Nitrometán	75-52-5	Flam. Liq. 3 Acute Tox. 4 Carc. 2 Repr. 2	  	H226 H302+H332 H351 H361fd	P210 P260 P280 P308+P313
Nátrium-nitrát	7631-99-4	Ox. Sol. 3 Eye Irrit. 2	 	H272 H301 H319 H400	P220 P280 P305+P351+P338 P337+P313
Ólom-azid	13424-46-9	Unst. expl. Acute Tox. 4, STOT RE 2 Repr.Tox. 1A Aquatic Chronic 1 Aquatic Acute 1	   	H200 H302 H332 H373 H400 H410 H360Df	P203 P250 P280 P264 P270 P261 P271 P260 P273

*Forrás: a RISCOX adatbázis, Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete, a PubChem adatbázis és az ECHEMI-adatbázis alapján a szerző szerkesztése*

A robbanóanyagok hadi és ipari felhasználásának igényei megkövetelték olyan robbanóanyagok kifejlesztését, amelyek képesek ellenállni a külső környezeti hatásoknak. Az elsődleges cél a felhasználási területtől függetlenül a biztonság növelése volt. Ilyen új típusú robbanóanyagok, mint a FOX-7 vagy a FOX-12 összetevőit is tartalmazza a 3. táblázat.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> DARUKA 2023: 5–14.

3. táblázat: Új típusú robbanóanyag-összetevők CLP szerinti besorolása

Név	CAS		Class.	Veszélyjel	H mondat	P mondat
TATB (1,3,5-triamino-2,4,6-trinitrobenzol)	3058-38-6		Expl. 1.1. Acute Tox. 4	 	H201 H302 H312 H332	P210 P230 P234 P240 P250 P280 P401 P501 P370+P372+P380+P373
NTO (3-nitro-1,2,4-triazol-5-on)	932-64-9		Expl. 1.1. Eye irrit. 2. Skin irrit. 2. STOT SE 3.	 	H201 H315 H319 H335	P210 P230 P234 P240 P250 P280 P264 P261 P271 P321 P319 P401 P405 P501 P370+P372+P380+P373 P302+P352 P332+P317 P362+P364 P305+P351+P338 P304+P340 P403+P233
DADNE (1,1-diamino-2,2-dinitroetén)	145250-81-3		Flammable solids 2 Acute Tox. 4	   	H201 H228 H302	P210 P230 P240 P241 P250 P264 P270 P280 P301+P317 P330 P370+P378 P370+P380 P372 P373 P401 P501
GUDN (N-guanilurea-dinitramid)	217464-38-5		Acute Tox. 4 Eye Irrit. 2		H302 H319	P264 P270 P280 P330 P264+P265 P501 P301+P317 P305+P351+P338 P337+P317
DNAN (2,4-dinitroanizol)	119-27-7		Flam. Sol. 1 Acute Tox. 3	 	H228 H301	P264 P270 P301+P312 P330 P405 P501
HNS (hexanitroszilbén)	20062-22-0		Expl. 1.1		H201	P210 P230 P234 P240 P250 P280 P401 P503 P370+P372+P380+P373

Forrás: a RISCTOX adatbázis, Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete, a PubChem adatbázis és az ECHEMI-adatbázis alapján a szerző szerkesztése

A biztonság növelésén túl mindenképp érdemes odafigyelni, ha lehetőség van rá, olyan robbanóanyagot válasszunk, amely nem tartalmaz egészségre vagy környezetre veszélyes összetevőket, vagy legalábbis a kevésbé veszélyes kategóriában legyen, ne legyen rákkeltő, mutagén, reprodukcióra vagy a hormonális rendszerre káros, és lehetőleg ne vezessen a belső szervek (máj, vese, tüdő, vérképzés, idegrendszer) betegségehez, ha bejutna az emberi szervezetbe.







## Keverékek osztályozása

Amennyiben egy anyagot más anyagokkal összekeverünk, legtöbbször annak érdekében, hogy javuljanak a felhasználhatóságával kapcsolatos paraméterei, megváltoznak a fizikai tulajdonságai, illetve az emberi szervezetre vagy a környezetre gyakorolt hatásai is. Ez még abban

az esetben is előfordul, ha nem veszélyes anyaggal történik a keverése, például üvegyönggyel vagy alumíniumporral. A stabilitás növelése érdekében sokszor oldószert használnak, például acetonitrilt, metanolt, ebben az esetben figyelembe kell venni az oldószert tulajdonságait, illetve a koncentrációját is.<sup>28</sup>

A 4. táblázatban néhány, kereskedelembe kapható, felhasználásra kész vagy helyszínen bekeverendő robbanóanyag osztályozása látható; ezeknek a keverékeknek a biztonsági adatlapja magyar nyelven is megtalálható a gyártó honlapján. A zárt kialakítású termékeknel a szabályos felhasználáskor jelentkező veszélyek vannak feltüntetve, a gyutacsok ólomtartalmú iniciáló robbanóanyagot tartalmaznak, amely a robbanás után szétszóródva is egészség- és környezetkárosító lehet, bár nagyon kis mennyiségben kerül ki a környezetbe. A NONEL rendszer egy ilyen kvázi zárt technológia, mivel minimális összeszerelést igényel, ahol a felhasználó nem érintkezik a robbanóanyaggal.<sup>29</sup>

4. táblázat: Pár, az iparban használatos robbanóanyag-keverék CLP szerinti besorolása

Név	Veszélyes komponens	Class.	Veszélyjel	H mondat	P mondat
ANFO–Austinite	ammónium-nitrát	Expl. 1.1 Ox. Sol. 2 Eye Irrit. 2		H201 H272 H319	P210 P280 P305+P351+P338 P373 P313 P401 P501
Emulziós robbanóanyag – Hydromite 70	ammónium-nitrát, nátrium-nitrát	Expl. 1.1 Ox. Sol. 1 Eye Irrit. 2		H201 H271 H319	P210 P250 P280 P305+P351+P338 P310 P373 P306+P360 P370+P380 P372 P401 P501
Töltényezett emulziós robbanóanyag – Emulex 1	ammónium-nitrát, nátrium-nitrát	Expl. 1.1 Ox. Sol. 1 Acute Tox. 4 Skin Irrit. 2 Eye Irrit. 2		H201 H271 H302 H315 H319	P221 P210 P250 P280 P373 P372 P313 P401 P305+P351+P338 P306+P360 P370+P380 P301+P312 P302+P352 P501
NONEL gyutacs–Shockstar	PETN ólom-diazid	Expl. 1.1 Repr. 1A Aquatic Chronic 2	  	H201 H360Df H411	P201 P210 P250 P308+ P313 P370+P380 P372 P401 P501

Forrás: Austin Powder honlapja alapján a szerző szerkesztése

<sup>28</sup> DARUKA 2016: 39–40.

<sup>29</sup> KOVÁCS 2006: 111.

## Munkáltatói feladatok a kémiai biztonsággal kapcsolatban

A munkáltató köteles minőségileg, illetve, ha van rá lehetőség, mennyiségileg is értékelni a munkavállalók egészségét és biztonságát veszélyeztető kockázatokat, különös tekintettel a veszélyes anyagokra és keverékekre. A kockázatértékelés elengedhetetlen mozzanata a környezeti monitorozás. A munkatér levegőjében a vegyi anyag koncentrációjának folyamatos, rendszeres vagy időszakos mérése és regisztrálása tájékoztatást ad, hogy egy munkatérben dolgozó populáció kielégítően védett-e a vegyi anyagok károsító hatásától. A mérés a munkatér különböző helyein elhelyezett (1) úgynevezett fixpontos méréssel vagy a dolgozó légzés zónája közelében a dolgozóra (2) rögzített személyi mintavevővel történik.<sup>30</sup>

A határértékkel nem szabályozott veszélyes anyag esetében a tudományos, technikai színvonal szerint elvárható legkisebb szintre kell csökkenteni az expozíció mértékét, amely szinten a tudomány mindenkori állása szerint a veszélyes anyagnak nincs egészségkárosító hatása.

A munkáltatónak gondoskodnia kell a munkahelyen a munkavállalók egészségét és biztonságát veszélyeztető veszélyes anyagok által előidézett kockázatok megszüntetéséről vagy minimumra csökkentéséről. Ezt elsősorban nem veszélyes anyag vagy kevésbé veszélyeztető veszélyes anyag alkalmazásával kell biztosítani. Ha a tevékenység természete nem teszi lehetővé a kockázat kiküszöbölését helyettesítéssel vagy csökkentéssel, a munkáltató a kockázatok lehető legkisebbre csökkentéséről megelőző, valamint az egészséget és biztonságot védő intézkedések bevezetésével gondoskodik.<sup>31</sup> A megelőző és védő intézkedések a következők:

- megfelelő munka-, szabályozási és vezérlési folyamatok megtervezése;
- megfelelő munkaeszköz alkalmazása;
- kevésbé veszélyes anyagok alkalmazása;
- kollektív műszaki és egyéni védelem alkalmazása a kockázat keletkezési helyén;
- munkaszervezési intézkedések;
- egyéni védőeszközök alkalmazása, amennyiben az expozíció egyéb módon nem előzhető meg;
- munkavállalók oktatása;
- munkavállalók alkalmasságának ellenőrzése;
- veszélyes anyagokkal végzett tevékenységgel kapcsolatos dokumentációs feladatok, nyilvántartások vezetése, hatósági bejelentés.<sup>32</sup>

## Összefoglalás

Munkáltatóként, munkahelyi vezetőként mindig kérjük a beszállítótól a vegyi anyagokkal kapcsolatos információkat, figyeljünk a megfelelő csomagolásra, címkézésre és biztonsági adatlapra, s az is fontos, hogy ezek a megfelelő nyelven, tehát magyarul legyenek.

<sup>30</sup> UNGVÁRY–MORVAI 2010: 125–155.

<sup>31</sup> UNGVÁRY–MORVAI 2010: 125–155.

<sup>32</sup> UNGVÁRY–MORVAI 2010: 125–155.; 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet a kémiai kóroki tényezők hatásának kitett munkavállalók egészségének és biztonságának védelméről.

Ellenőrizzük a biztonsági adatlapot, hogy megfelel-e az aktuális szabályozásnak, minden információt tartalmaz, amely számunkra fontos.

Ha gyártó, forgalmazó képviselőjeként olvassa ezt a publikációt, kérjen szakértői segítséget a dokumentáció összeállításához, és biztosítsa azt a partnereinek.

Felhasználóként alaposan nézzük át és vegyük figyelembe a biztonsági adatlap információit a kémiai kockázatértékelés során, egyéni védőeszköz kiválasztásakor, konzultáljunk a szerződött foglalkozás-egészségügyi szakorvossal, szükségesek-e további intézkedések a munkavállalók egészségének védelmében. Közös célunk az egészséget nem veszélyeztető, biztonságos munkavégzés és munkakörnyezet biztosítása a munkavállalók számára.

## Felhasznált irodalom

- DARUKA Norbert (2016): Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 26(1), 26–44. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2187>
- DARUKA Norbert (2023): Érzéketlen robbanóanyagok I.: Célkeresztben a TNT és a Composit B kiváltása. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(2), 5–21. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.2.1>
- DARUKA, Norbert – SZALKAI, László (2023): Risks Related to the Handling of Explosives with Regard to Occupational Safety and Health. In BEŇOVSKÝ, Marián (szerk.): *Zborník prednášok 32. medzinárodnej konferencie, trhacia technika 2023*. Banská Bystrica: Slovenská spoločnosť pre trhacie a vrtacie práce, 102–111.
- HERNÁD Mária (2013): *A robbanás és a robbanóanyagok emberi szervezetre gyakorolt hatásai és megelőzésének lehetőségei*. PhD-disszertáció. Nemzeti Közzolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola.
- HORVÁTH Tibor – EMBER István (2022): A robbanóanyagok azonosításának biztonsági jelentősége a tűzszerész szakfeladatok ellátása során. *Hadtudományi Szemle*, 150(4), 94–103. Online: <https://doi.org/10.35926/HSZ.2022.4.7>
- KOVÁCS Zoltán (2006): NONEL nem elektromos iniciálású katonai gyújtórendszerek. *Műszaki Katonai Közlöny*, 16(1–4), 109–117. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2914/2172>
- KUGYELA Lóránd (2020): A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. *Katonai Logisztika*, 28(4), 58–75. Online: <https://doi.org/10.30583/2020.4.058>
- LAPAT Attila et al. (2017): Kísérleti robbantások helyszínén vett talajminták analitikai vizsgálatainak tapasztalatai. *Műszaki Katonai Közlöny* 27(3), 38–45. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/1813/1109>
- LOÓS Zoltán (2020): *A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés hazai szabályozási rendszere, és az ehhez kapcsolódó kockázatelemzési mérnöki módszerek*. [H. n.]: Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság. Online: <https://fovaros.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2020-06/71382.pdf>
- LUKÁCS László (2008): A robbanóanyag fogalma, a robbanóanyagok felosztása a Magyar Honvédségben. *Műszaki Katonai Közlöny*, 18(1–4), 27–40. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2950/2202>
- MAJOR Jenő (2015): *Veszélyes vegyi anyagok csoportosítása, osztályozása, jelölése*. Előadás, ELTE, TTK. Online: <https://slideplayer.hu/slide/7407886/>
- UNGVÁRY György – MORVAI Veronika (szerk.): *Munkaegészségtan*. Budapest: Medicina.

## Egyéb források

2000. évi XXV. törvény kémiai biztonságról

44/2000 (XII. 27.) EüM rendelet a veszélyes anyagokkal és készítményekkel kapcsolatos egyes eljárások, illetve tevékenységek részletes szabályairól

5/2020. (II. 6.) ITM rendelet a kémiai kóroki tényezők hatásának kitett munkavállalók egészségének és biztonságának védelméről

55/2023. (XII. 28.) GFM rendelet a foglalkozási eredetű rákkeltő, mutagén vagy reprodukciót károsító anyagok elleni védekezésről és az általuk okozott egészségkárosodások megelőzéséről

Austin Powder honlapja. Online: <https://austinpowder.com/products/>

Az Európai Parlament és a Tanács 1907/2006/EK rendelete (2006. december 18.) a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról (REACH), az Európai Vegyi-anyag-ügynökség létrehozásáról, az 1999/45/EK irányelv módosításáról, valamint a 793/93/EGK tanácsi rendelet, az 1488/94/EK bizottsági rendelet, a 76/769/EGK tanácsi irányelv, a 91/155/EGK, a 93/67/EGK, a 93/105/EK és a 2000/21/EK bizottsági irányelv hatályon kívül helyezéséről (REACH-rendelet). Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1907>

Az Európai Parlament és a Tanács 1272/2008/EK rendelete (2008. december 16.) az anyagok és keverékek osztályozásáról, címkézéséről és csomagolásáról, a 67/548/EGK és az 1999/45/EK irányelv módosításáról és hatályon kívül helyezéséről, valamint az 1907/2006/EK rendelet módosításáról (CLP-rendelet). Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=celex%3A32008R1272>

Biztonságiadatlap.hu. Online: <https://www.biztonsagiadatlap.hu/biztonsagi-adatlap-cimkezesi-elemei/>

ECHA (2009): *A CLP-rendelet bevezető útmutatója*. [H. n.]: European Chemicals Agency. Online: [https://www.ghs-expert.com/wp-content/uploads/2019/06/clp\\_bevezeto\\_utmutato\\_magyarul.pdf](https://www.ghs-expert.com/wp-content/uploads/2019/06/clp_bevezeto_utmutato_magyarul.pdf)

ECHA (2016): *Tanácsok vegyi anyagok munkahelyi felhasználói számára*. [H. n.]: European Chemicals Agency. Online: <https://doi.org/10.2823/062085>

ECHEMI-adatbázis. Online: <https://www.echemi.com/>

Nitromint aerosol alkalmazási előirat [é. n.]. Online: <https://www.pharminindex-online.hu/termekek/nitromint-8-mgg-szajnyalkahartyan-alkalmazott-spray-1162>

PubChem adatbázis. Online: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

RISCTOX adatbázis. Online: <https://risctox.istas.net/en/>





Balogh Zsuzsanna<sup>1</sup> 

# Európai lőszerellátás és tárolási kapacitások a háború kapcsán

## European Ammunition Supply and Storage Capacities in the Context of War

*Az Ukrajnában folyó háború nemcsak kihívások elé állította, hanem egyben összefogásra is készítette az országokat. A támogatások egy része hadi eszközök formájában érkezik, illetve a hadianyagok, készletek felhalmozását célozza meg. Nyilvánvaló, hogy a hadianyagkészletek, illetve a különböző típusú lőszeres folyamatos rendelkezésre állása szükséges, de nem elégséges feltétele a védelemnek. Az elmúlt időszak magyarországi fejlesztései mellett a nemzetközi/európai szervezetek lőszerutánpótlási, illetve -tárolási akcióterveit, tevékenységeit (jogszabályi, finansziális és gyártási háttér megteremtése) mutatom be publikációmban.*

**Kulcsszavak:** lőszer, képesség, tárolás, robbanóanyag

*The war in Ukraine has not only posed challenges but has also brought countries together. Some of the aid comes in the form of military equipment and is aimed at stockpiling military equipment and supplies. It is evident that the steady availability of ammunition is a necessary but not sufficient condition of defence. Besides the recent developments in Hungary, I introduce the action plans and activities of some international/European organisations in the field of ammunition supply and storage (creation of legal, financial and production background).*

**Keywords:** ammunition, capability, storage, explosives

<sup>1</sup> Téma- és tantárgyhirdető külső oktató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: [balogh.zsuzsanna@uni-nke.hu](mailto:balogh.zsuzsanna@uni-nke.hu)

## Európai Unió

Az elmúlt években a védelmi célú fejlesztések és beruházások folyamatos alulfinanszírozottsága komoly képességbeli hiányosságokhoz vezetett az EU-ban. Ebben a helyzetben az Ukrajna elleni orosz agresszió még nagyobb kihívások elé állította az európai védelmi ipar és felszerelések piacát, amint az EU és tagállamai fokozták erőfeszítéseiket, hogy kielégítsék Ukrajna sürgető védelmi igényeit.

A 2023 júliusában elfogadott, a lőszergyártás támogatásáról szóló EU-rendelet értelmében az uniós költségvetésből 500 millió eurót mozgósítottak sürgősen a tüzérségi lőszer, valamint a föld-föld rakéták gyártásához szükséges gyártási kapacitások bővítésének támogatása céljából. Ez az úgynevezett „Kapacitásbővítési Alap” arra hivatott, hogy a lőszeret és rakétákat gyártó vállalatok számára – vissza nem térítendő támogatások formájában – nyújtson pénzügyi segítséget a szükséges beruházások felgyorsítása érdekében. Ez a rendelet megvalósítja az Európa Tanács által 2023 márciusában elfogadott terv harmadik elemét, amelynek célja az európai lőszergyártás hosszú távú növelése Ukrajna és az uniós tagállamok érdekében. Az első elem a meglévő készletek újrapiorizálása révén sürgősen tüzérségi lőszeret, illetve kérésre föld-föld rakétákat szállítottak Ukrajnának. A második elem a 155 mm-es lőszer<sup>2</sup> (valamint kérésre rakéták) közös beszerzése volt Ukrajna számára, az európai védelmi ipar szereplőitől, egy, már folyamatban lévő EDA<sup>3</sup>-projekt keretében meghatározott paramétereken belül, vagy kiegészítő közös beszerzési projektek révén.<sup>4</sup>

## Európai Védelmi Ügynökség

Az EDA lőszer közös beszerzésére vonatkozó együttműködési megállapodását 2023 júniusáig 26 ország<sup>5</sup> irta alá, köztük hazánk is. A közös védelmi beszerzési munkacsoport létrejöttének célja az volt, hogy a tagállamok azonosítsák a legsürgetőbb szükségleteiket, valamint mérjék fel az ipar képességét e szükségletek kielégítésére vonatkozóan. Az EDA már 2022 novembere óta három közös beszerzési területen dolgozott: a lőszer, a katonai rendszerek és a vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris (CBRN-) felszerelések területén.

Ebből a meglévő alapból kiindulva aztán a „Lőszer közös beszerzése” projektet az EDA rekordidő alatt hozta létre. A beszerzésnek két iránya van, az egyik egy kétéves, gyorsított eljárás a 155 mm-es tüzérségi lőszer tekintetében, a másik egy hétéves projekt több egyéb lőszer típus beszerzésére.

<sup>2</sup> DARUKA 2023a: 16.

<sup>3</sup> European Defence Agency: Európai Védelmi Ügynökség.

<sup>4</sup> *A lőszergyártás támogatásáról szóló jogszabály: a Tanács és az Európai Parlament megállapodásra jutott az EU-n belüli lőszer- és rakétagyártás előmozdításáról 2023.*

<sup>5</sup> Habár Norvégia nem tagja az Európai Uniónak, egy 2006. március 7-én aláírt adminisztratív megállapodás értelmében részt vesz az EDA beszerzéseiben.

Az „Együttműködésen alapuló lőszerbeszerzés” projekt célja az európai védelmi iparral kötött szerződések összevonása, koordinálása és a velük való szerződéskötés, ezáltal biztosítva a gazdaságos mértéket. A közös beszerzés a legjobb megoldás a költségek korlátozására és a várható szállítási határidők csökkentésére, miközben lehetővé teszi a tagállamok számára, hogy a lőszer megrendelését nemzeti szükségleteik, illetve Ukrajnának szánt támogatásuk mértékéhez igazítsák. Az ipar számára a nagy megrendelések biztonságot nyújtanak, lehetővé téve számukra, hogy fokozzák a termelést.<sup>6</sup>

## Védelmi ipar

Ezután már csak a védelmi ipar szereplőin múlik, milyen gyorsan tudják teljesíteni a megrendeléseket. Hazánkban is elindult a fejlesztés ezen a területen, már 2022 decemberében megtörtént a várpalotai lőszergyár alapkövetétele. A tervek szerint ez lesz Európa egyik legmodernebb közepes és nagy kaliberű lőszergyára a magyar állam és a német Rheinmetall vállalat közös beruházásaként, ahol a termelés 2024 második felében indulhat el. A komplexum része lesz egy robbanóanyagot gyártó üzem is, ahol hexogént fognak előállítani 2026-tól kezdődően, valamint ide fog költözni a tervek szerint az ausztriai székhelyű, de magyar állami tulajdonú aknavetőket és lőszerket gyártó vállalat, a Hirtenberger Defence Systems is. A lőszergyár a hazai igények kielégítése mellett jelentős részben exportra fog termelni, 2027-ig a vállalatcsoport kétmilliárd eurós árbevétellel kalkulál.<sup>7</sup>



1. ábra: 155 mm-es tüzszerégi lőszer gyártósora a Rheinmetall üzem létesítményében

Forrás: Kovács 2024

<sup>6</sup> EDA 2023.

<sup>7</sup> SZABÓ 2020; DARUKA 2023b: 9.

A Rheinmetall – vezető védelmi ipari szereplő és a világ egyik legnagyobb lőszergyártója – az elmúlt hónapokban már jelentős beruházásokat eszközölt termelési hálózatán, Németországban is lépéseket tett a védelmi célú termelési kapacitások készenlétének megerősítése érdekében. A folyamat során egy komplett értéknövelő láncot hoz létre a tüzérségi lőszer számára Unterlüß<sup>8</sup>-ben, amely lehetővé teszi, hogy egyetlen forrásból kínálja a „teljes lövést”, beleértve a lövedéket, a gyújtótöltetet, a robbanótöltetet és a hajtótöltetet. A csoport új lőszergyárának hivatalos alapkövetelési ünnepsége 2024 februárjában volt az alsó-szászországi Lüneburg Heathben. A jövőben a Werk Niedersachsen tüzérségi lőszeret, robbanóanyagokat és rakétatüzérségi alkatrészeket gyárt majd. A gyár végül évente mintegy 200 000 darab tüzérségi lövedéket fog gyártani, valamint 1900 tonna RDX robbanóanyagot és opcionálisan egyéb lőszeröltetek gyártásához szükséges alkatrészeket. Ráadásul itt rakétahajtóművek, esetleg robbanófejek gyártása is megvalósulhat, amire például a tervezett német rakétatüzérségi projekthez lesz szükség. „Ez a lépés felelősségérzetünket és elhatározásunkat tükrözi, hogy anyagilag hozzájáruljunk országunk és NATO-partnereink önvédelmi képességéhez” – nyilatkozta a Rheinmetall elnöke.<sup>9</sup>

## NATO

A hadiipari fejlesztéseknek a szövetséges államokban a 2022-es madridi NATO-csúcstalálkozón elfogadott új stratégiai koncepció adott lendületet, amely szerint a NATO számos képességének területén befektetéseket kell eszközölni. Kezdvé az integrált lég- és rakétavédelemtől, a kiber- és űrbeli ellenálló képességen át a lőszer és felszerelések felhalmozásáig a keleti szárny országaiban, valamint a védelmi infrastruktúra elemeinek javításáig, hogy ezek az országok mielőbb megerősödjenek. Más szóval, a szövetségeseknek biztosítaniuk kell, hogy az 5. cikk szent és sérthetetlen legyen, és meg kell védenünk a NATO területének „minden egyes centiméterét”.<sup>10</sup>

<sup>8</sup> Unterlüß egy falu és egy korábbi önkormányzat Alsó-Szászország Celle kerületében, Németországban.

<sup>9</sup> KOVÁCS 2024.

<sup>10</sup> DAILEY 2023.



2. ábra: Litvánia a folyamatos segítségnyújtás katonai keretében további 155 mm-es tüzérségi lőszeret szállít Ukrajnának

Forrás: Lithuania Delivers Precision Artillery Ammunition to Ukraine 2024

## MAWI

A vilnai csúcstalálkozón, 2023. június 15-én négy nemzet hivatalosan is csatlakozott a NATO többnemzeti lőszerraktározási kezdeményezésének<sup>11</sup> (MAWI) 20 meglévő tagjához. Ez a nyolc tagállam által 2021 júliusában aláírt megállapodással létrehozott, a lőszer tárolásának modernizálását célzó projekt a Madridban kitűzött grandiózus célok egyik kritikus alapköve, mivel megkönnyíti a lőszer felhalmozását azokon a területeken, ahol a NATO-erők – például a NATO többnemzetiségű harccsoportjai – tevékenykedni fognak. A MAWI egyik fő jellemzője a rugalmasság és az alkalmazkodóképesség. A keretrendszer támogatja a NATO-missziókat ellátó ideiglenes tároló létesítmények létrehozását is, ahol a szövetségesek a haderejük bevetésének idejére tárolhatják lőszerüket. Az alkalmazott megoldások jelentősen csökkenteni fogják minden egyes új bevetéshez a szükséges lőszer telepítésének és elszállításának költségeit. A multinacionális lőszerraktározási kezdeményezés egy nagy nyilvánosságot élvező projekt, amelynek célja, hogy a résztvevők számára méretezhető, bővíthető és rugalmas megoldást biztosítson a multinacionális lőszerraktározáshoz. Ez a kezdeményezés különösen fontos a NATO három hagyományos műveleti dimenziójában (szárazföldi, haditengeri és légi) végrehajtott útközetek harcmeghatározó lőszer (*battle decisive munitions* – BDM) projektjének.

<sup>11</sup> Multinational Ammunition Warehousing Initiative.

Belgium megkezdte a munkát a MAWI állandó készletezési megoldás kísérleti változatának létrehozására a légi harcban döntő fontosságú lőszer<sup>12</sup> beszerzésének támogatására. Ezt a munkát a NATO Támogatási és Beszerzési Ügynökséggel (NSPA) szoros együttműködésben folytatják. Ezenkívül, Belgium Észtországgal együtt 2022 márciusában megnyitotta az első MAWI-helyszínt Észtországban, az ott telepített előretolt kontingens egységének támogatására.



3. ábra: Potenciális MAWI-helyszín

Forrás: NATO 2023b

2021. július – az együttműködési megállapodás aláírása

2022. március – az első működő tárolási kapacitás megnyitása Észtországban

2022. április – Szlovénia és az NSPA csatlakozik a megállapodáshoz

2022. november – Magyarország és Románia csatlakozása

2023. február – Kanada, Csehország, Finnország, Lettország, Litvánia, Lengyelország, Svédország és az Egyesült Királyság aláírja a megállapodást

2023. június – Bulgária, Dánia, Németország és Luxemburg csatlakozik a kezdeményezéshez

Az Ukrajnával szembeni orosz agressziót követően megváltozott biztonsági környezet fényében a szövetségesek jelenleg vizsgálják a MAWI-helyszínek hálózatának létrehozását a NATO keleti szárnya mentén. Ezek a helyszínek közvetlenül támogatnák a lőszer előzetes elhelyezését a többnemzeti harccsoportok megnövekedett méretéhez és mennyiségéhez a NATO elretentő és védelmi pozíciójának megfelelően. Ezt az erőfeszítési irányvonalat nevezik a MAWI keleti ív alkalmazásának.

A MAWI-projekt további nemzetekkel való erősítése számos előnnyel jár a meglévő és új résztvevők számára. A nemzetek hozzáférést kapnak egy méretezhető, multinacionális raktározási keretrendszerhez, ahogyan azt a három (szárazföldi, haditengeri és légtérben) dimenzió harcmeghatározó lőszerének átlátható, úgynevezett „High Visibility Project” keretében elképzelték. A NATO védelmi tervezési folyamata elismeri ezen projektek és a támogató tevékenységek fontosságát és előnyeit. A Szövetséges Hadművelési Parancsnokság és a NATO Katonai Bizottsága a MAWI-t ajánlotta megoldásaként a NATO keleti szárnyán működő többnemzeti harccsoportok lőszerkészlet-igényeinek kielégítésére. Jelentős előnyökkel jár

<sup>12</sup> ABDM: *Air Battle Decisive Munitions*.

az egyetlen átfogó jogi keret koherenciája, miközben az egyes országok igényeihez teljes mértékben testre szabhatók a multinacionális lőszerraktározási megoldások. További előnye még az abszolút autonómia fenntartásának érdekében az egyéni felhasználás mértékének meghatározása és ennek időszakonkénti kiigazítása. Ez azt jelenti, hogy nincsenek előzetes pénzügyi kötelezettségek a részt vevő nemzetek számára. A lőszerraktározás költsége logikusan jelentősen csökken, és megvalósul a képesség a NATO műveleteinek és bevetéseinek hatékonyabb támogatására, mint például a NATO többnemzetiségű harccsoportjai a szövetség keleti szárnyán. A MAWI „Eastern Arc” (keleti ív) alkalmazás célja, hogy teljes mértékben összehangolt és integrált többnemzeti megközelítést biztosítson a fogadó nemzeteken belül a NATO többnemzeti harccsoportjai számára. Ez biztosítani fogja, hogy egy megfelelő, robusztus és rugalmas infrastruktúra álljon rendelkezésre az előretolt helyőrségekkel szemben támasztott követelmények teljes skálájának támogatására. Ezen tárolólétesítmények egyik különösen ígéretes alkalmazása a NATO-műveletek támogatása ott, ahol a szövetségesek összetétele időről időre változik.<sup>13</sup>

2023. június 15-én további négy ország (Bulgária, Dánia, Németország és Luxemburg) csatlakozott a MAWI kezdeményezéshez.

„A NATO elrettentő és védelmi pozíciójának fokozása csak akkor lehetséges, ha csapataink megfelelő támogatást és ellátást kapnak. Az elmúlt évben mindannyiunkat erőteljesen emlékeztettek arra, hogy milyen fontos a fegyveres erőink lőszerrel való ellátása. A többnemzeti lőszerraktározási kezdeményezés – röviden MAWI – pontosan azt hivatott biztosítani, hogy katonáink a megfelelő helyen, a megfelelő mennyiségű lőszerhez jussanak hozzá”

– mondta Mircea Geonană a NATO főtitkárhelyettese az aláírási ünnepségen, miközben üdvözölte a kezdeményezés négy új résztvevőjét. Ezzel a MAWI résztvevőinek listája a meghívott Svédországgal,<sup>14</sup> valamint az NSPA-val együtt 23 tagúra emelkedett.<sup>15</sup>

## NSPA

Az NSPA kulcsszerepet játszik a nemzetek támogatásában, valamint a NATO elrettentő és védelmi képességeihez való hozzájárulásban. A 2023. júliusi vilniusi NATO-csúcstalálkozón az állam- és kormányfők jóváhagyták a Nemzeti Fegyverzeti Igazgatók Konferenciája (CNAD<sup>16</sup>) által kidolgozott védelmi termelés cselekvési tervet (DPAP<sup>17</sup>). Ez a cselekvési terv, amely a kulcsfontosságú felszerelések készleteinek feltöltésére és a szövetségben belüli egységesség

<sup>13</sup> NATO 2023b.

<sup>14</sup> 2024. március 7-én NATO tagállam lett.

<sup>15</sup> NATO 2023a.

<sup>16</sup> Conference of National Armaments Directors.

<sup>17</sup> Defence Production Action Plan.

növelésére összpontosít, három fő pillérre épül: a kereslet összesítésére, a védelmi ipari kapacitás kezelésére, valamint az interoperabilitás és a hadianyag-szabványosítás fokozására.

Az NSPA központi szerepét előrevetítve a terv szerint az ügynökség a nemzeti lőszerigényeket multinacionális beszerzésekbe fogja össze. A DPAP szellemében az NSPA 2024. január 3-án bejelentette, hogy a szövetséges nemzetek támogatására maximum 1000 darab Patriot Guidance Enhanced Missiles típusú rakéta beszerzésére köt szerződést.<sup>18</sup>

Az ügynökség 2024. január 23-án két új, 1,1 milliárd euró értékű multinacionális keretszerződést jelentett be a Nexter Munitions és a JUNGHANS Microtec GmbH-vel a CAESAR és a PzH 2000 Howitzer platformokhoz használható 155 mm-es lőszerre.<sup>19</sup>

Az NSPA ezeket a szerződéseket a NATO Támogatási és Beszerzési Szervezet (NSPO) 1993-ban létrehozott lőszertámogatási partnerség (ASP<sup>20</sup>) keretrendszerén keresztül ítélte oda, amelyben eddig 26 nemzet vett részt. Míg az eredeti kérelmet három NATO-szövetséges ország nyújtotta be, kilenc NATO-ország alkalmaz CAESAR és PzH 2000 önjáró lövegeket, ezért az Ügynökség szélesebb körű részvételre számít ebben a multinacionális erőfeszítésben. Ez a keret a lőszer tárolása, szállítása, felügyelete és ártalmatlanítása terén is számos támogatási lehetőséget nyújt.<sup>21</sup>



4. ábra: Igloo típusú tárolók

Forrás: NSPA [é. n.]

<sup>18</sup> NSPA Supports Nations Through Stockpile of Munitions in Europe 2023; NSPA [é. n].

<sup>19</sup> DARUKA 2023c: 97.

<sup>20</sup> *Ammunition Support Partnership* – 26 tagállam szövetsége a több mint 2000 különböző típusú lőszer beszerzésére 4 milliárd euró feletti portfóliót jelent.

<sup>21</sup> NSPA Supports a Coalition of NATO Nations with 1.1 BEUR Multinational Contracts for 155mm Ammunition 2024.



## MSIAC

Az MSIAC<sup>22</sup> a NATO egy kevésbé ismert szervezete. Tulajdonképpen egy Brüsszelben található projektiroda, amit 16 nemzet közvetlenül finanszíroz. Az MSIAC 13 részt vevő nemzete közül 12 NATO-tagállam (Belgium, Kanada, Franciaország, Németország, Olaszország, Hollandia, Norvégia, Spanyolország, Lengyelország, Egyesült Királyság, USA, Finnország és Svédország), valamint tagja még Dél-Korea, Svájc és Ausztrália. A szervezet 1991-ben NIMIC névvel alakult azzal a céllal, hogy segítse a nemzeteknek csökkenteni és megszüntetni a saját lőszerikkel kapcsolatos személyi sérülésekkel vagy jelentős anyagi kárral járó nemkívánatos eseményeket. A tevékenységet hét tudós és mérnök, három technikai segítő és egy asszisztens látja el. Feladatuk elsősorban a NATO egyik bizottságának, az AC/326<sup>23</sup> bizottság munkájának támogatása a különböző alcsoportokon keresztül, és segítik az AC/327 Életciklus-menedzsment bizottság 6-os alcsoportjának (operációs környezetek tervezése és tesztelése) tevékenységét, továbbá az AC/305 Logisztikai Bizottság Robbanóanyag-biztonság Lőszeres Kockázatkezelése tevékenységét.<sup>24</sup>

A szervezet a tagállamok katonai, kormányzati, ipari és tudományos körök műszaki kérdéseire keresi a választ a lőszeres biztonságával kapcsolatos valamennyi területen, beleértve a lőszeres rendszereit, meghajtását, indítóanyagokat, az érzéketlen lőszereseket, a tesztelést és értékelést, a robbanófejeket, továbbá a szállítást és a tárolást.

Az MSIAC a szakpolitikai és gyakorlati kérdések megvitatása és megoldása érdekében technikai munkacsoportokat és találkozót szervez; az összetettebb kérdések megvitatása és felülvizsgálatára, a technikai konszenzus kialakítására, valamint a lőszerbiztonság fejlesztésének elősegítésére a tagállamokban műhelytalálkozókat is szervez.

Az MSIAC elemzi a tagállamok és a nemzetközi lőszerbiztonsági közösség követelményeit és igényeit, és felhasználóbarát technikai szoftvereket, adatbázisokat, képzéseket, elemzéseket, tervezést, eszközöket és egyéb termékeket hoz létre a tagok igényeinek kielégítésére.

Interaktív látogatások során a tagállamok résztvevői tájékoztatást, előadásokat és képzést kaphatnak a lőszerbiztonsággal kapcsolatos nemzetközi és MSIAC-fejlesztésekről, és egyidejűleg a nemzetek is tájékoztatást adhatnak saját igényeikről, szükségleteikről. A szervezet a tájékoztatóit, előadásait és képzéseit is a tagállamok igényeihez igazítja, beleértve a katonai akadémiákon és egyetemeken szervezett hivatalos, belső képzések kidolgozását és lebonyolítását.

Az MSIAC évente 7 alkalommal szervez a különböző tagállamokban az AASTP-1 & -5<sup>25</sup> szabványok oktatására tanfolyamot, és 2024-ben plusz egyet 30 ukrán hallgató részére.<sup>26</sup>

<sup>22</sup> Munitions Safety Information Analysis Center: Lőszerbiztonsági Információs Elemző Központ.

<sup>23</sup> CNAD Ammunition Safety Group.

<sup>24</sup> *What's Going on in AC/326 and Its Sub-Groups?* 2019; MSIAC 2023.

<sup>25</sup> AASTP-1 Manual on Safety Principles for the Storage of Ammunition and Explosives: Kézikönyv a lőszeres és robbanóanyagok tárolásának biztonsági alapelveiről; AASTP 5 Guidelines for the Storage, Maintenance and Transport of Ammunition During Deployed Missions and Operations: A lőszeres tárolására, karbantartására és szállítására vonatkozó iránymutatások a bevetések és műveletek során.

<sup>26</sup> MSIAC [é. n.].

A szabvány legutóbb 2023-ban változott, jóval részletesebb lett. Az egyhetes tanfolyam során nemcsak az alapelveket, a táblázatok értelmezését, használatát lehet elsajátítani, hanem gyakorlati példákat is lehet analizálni, kockázatelemzéseket végezni.

## Összegzés

A nagy mennyiségű lőszer felhalmozása biztonsági kockázatot jelenthet. Akár olyan szempontból, hogy a tárolóhely célponttá válhat, akár egy nemkívánatos baleset vonatkozásában. A megfelelő tárolás, kezelés és a biztonsági intézkedések tehát elengedhetetlenek a balesetek vagy az illetéktelen hozzáférés megelőzése érdekében. Ezen túlmenően azzal is számolni kell, hogy a lőszer összetevői (például az ólom, a réz és a lőpor) káros hatással lehetnek a környezetre, ha nem megfelelően kezelik őket. A talaj- és vízszennyezés megelőzése érdekében felelősen kell ártalmatlanítani a régi vagy fel nem használt lőszerkeket. A probléma nem új keletű, például az ENSZ fegyverzetcsökkentésről évente kiadott kötetében, illetve a Biztonsági Tanács kapcsolódó döntéseiben is olvashatunk róla.

A fentiek ismeretében természetesen megoszlanak a vélemények. A pacifisták és szkeptikusok szerint a lőszer ilyen mértékű gyártása, tárolása, felhalmozása nem megoldás a kialakult fegyveres konfliktus megoldására. Egyesek szerint mindezen tevékenység túl kevés és túl későn kezdődik el ahhoz, hogy látható eredménye legyen. Erre választ csak idővel kaphatunk.

Egy dologban azonban talán mégis egyet lehet érteni, mégpedig abban, hogy a lőszergyártással kapcsolatos infrastruktúrák kialakítása a feladatnak csak egy része, azok karbantartása, fenntartása újabb tennivalókat jelent a tagállamok számára, amire erőforrásokat kell tervezni. Továbbá ugyancsak figyelembe kell venni a fel nem használt lőszer- és robbanóanyagok kezelésével, megfelelő tárolásával, megsemmisítésével járó költségeket.

## Felhasznált irodalom

- A lőszergyártás támogatásáról szóló jogszabály: a Tanács és az Európai Parlament megállapodásra jutott az EU-n belüli lőszer- és rakétagyártás előmozdításáról (2023). (Az Európai Unió Tanácsa, sajtóközlemény, 2023. július 7.) Online: <https://www.consilium.europa.eu/hu/press/press-releases/2023/07/07/asap-council-and-european-parliament-strike-a-deal-on-boosting-the-production-of-ammunition-and-missiles-in-the-eu/>
- DAILEY, Ann Marie (2023): NATO Goes Back to Defense Basics. CEPA, 2023. június 14. Online: <https://cepa.org/article/nato-goes-back-to-defense-basics/>
- DARUKA Norbert (2023a): Érzéketlen robbanóanyagok I.: Célkeresztben a TNT és a Composit B kiváltása. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(2), 5–21. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.2.1>
- DARUKA Norbert (2023b): *A robbanásvédelem aktuális kérdései és megvalósításának lehetőségei a robbanóanyag gyártás érintett területein*. Szakdolgozat. Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kar Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet
- DARUKA Norbert (2023c): Insensitive Explosives Products and their Applications. In *Marián Beňovský Conference Proceedings 32<sup>th</sup> International Conference Blasting Technique*. Banská Bystrica: [k. n.], 92–101.

- EDA (2023): *Collaborative Procurement of Ammunition*. Online: <https://eda.europa.eu/news-and-events/news/2023/03/20/eda-brings-together-18-countries-for-common-procurement-of-ammunition#>
- KOVÁCS Géza Péter (2024): Németország: új lőszergyárat épít a Rheinmetall. *Védelmi Ipar Blog*, 2024. február 14. Online: <https://vedelmiiparblog.hu/blog/nemetorszag-uj-loszergyarat-epit-a-rheinmetall/>
- Lithuania Delivers Precision Artillery Ammunition to Ukraine (2024). *Defence Industry Europe*, 2024. március 8. Online: <https://defence-industry.eu/lithuania-delivers-precision-artillery-ammunition-to-ukraine/>
- MSIAC (2023): *Bulletin*. Online: <https://www.msiac.nato.int/app/uploads/2023/11/MSIAC-Bulletin-Nov2023.pdf>
- MSIAC [é. n.]: *What is MSIAC?* Online: <https://www.msiac.nato.int/about-msiac/what-is-msiac/>
- NATO (2023a): *Four More Allies join NATO's Multinational Ammunition Warehousing Initiative*. Online: [https://www.nato.int/cps/en/natohq/news\\_215692.htm](https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_215692.htm)
- NATO (2023b): *Multinational Ammunition Warehousing Initiative (MAWI)*. Online: [https://www.nato.int/topics/mcc/Factsheet-MAWI\\_en.pdf](https://www.nato.int/topics/mcc/Factsheet-MAWI_en.pdf)
- NSPA Supports a Coalition of NATO Nations with 1.1 BEUR Multinational Contracts for 155mm Ammunition. *EDR On-Line*, 2024. január 23. Online: <https://www.edrmagazine.eu/nspa-supports-a-coalition-of-nato-nations-with-1-1-beur-multinational-contracts-for-155mm-ammunition>
- NSPA Supports Nations Through Stockpile of Munitions in Europe (2023). *Defence Industry Europe*, 2023. július 10. Online: <https://defence-industry.eu/nspa-supports-nations-through-stockpile-of-munitions-in-europe/>
- NSPA [é. n.] *Ammunition Capabilities*. Online: <https://www.nspa.nato.int/about/support-to-operations/ammunition-capabilities>
- SZABÓ P. D. (2020): Lőszer- és robbanóanyaggyár épülhet Várpalotán. *Várpalotai Hírcentrum*, 2020. december 17. Online: <https://varpalotaihircentrum.hu/loszer-es-robbanoanyaggyar-epulhet-varpalotan/>
- What's Going on in AC/326 and Its Sub-Groups?* (2019). Online: <https://www.msiac.nato.int/whats-going-on-in-ac-326-and-its-sub-groups/>



Kovács Márk<sup>1</sup> 

# Improvizált robbanóeszközök az IRA és az Iszlám Állam módszerei, eljárásai és felhasznált eszközei között

## Improvised Explosive Devices Among IRA's and Islamic State's Methods, Procedures and Used Instruments

*Az improvizált robbanószerkezetek nem új keletű eszközök a háborúkban és a regionális konfliktusokban. Használatukat ösztönzi, hogy olcsók, egyszerűen előállíthatók és rugalmasan telepíthetők. Az aszimmetrikus hadviselés és a nem állami szereplők körében Európában feltételezhetően elsőként az Ír Köztársasági Hadsereghez volt köthető IED-eszközök széles körű alkalmazása.*

**Kulcsszavak:** IED, Ír Köztársasági Hadsereg, Iszlám Állam

*The improvised explosive devices are not new for the wars and local conflicts. Additional incentives for its use are its general characteristics, such as environmental flexibility during installation, and the fact that it is cheap and easy to manufacture. In terms of changes in the type of conflicts, asymmetric warfare and non-state actors in Europe, the Irish Republican Army was presumably the first to be linked.*

**Keywords:** IED, Irish Republican Army, Islamic State

### Bevezetés

Az aszimmetrikus hadviselés elterjedésével, valamint a felkelésekben, gerilla-hadviselésben bekövetkezett változások és a terrorcsoportok radikalizálódása következtében a házi készítésű

<sup>1</sup> Robbantástechnikai szakmérnök/szakember, hallgató, Óbudai Egyetem, e-mail: [k.mark.kovacs@gmail.com](mailto:k.mark.kovacs@gmail.com)

improvizált robbanóeszközök (*improvised explosive device* – IED) – a korábbi, utánpótlási és felvonulási vonalak menti – alkalmazása is kiegészült.

A nem állami szervezetek körében, különösen a terrorcsoportok esetén a támadások során általános szempont, hogy céljaik eléréséhez minimális erőforrás befektetésével a „legjobb” eredményt érik el. Az aszimmetrikus konfliktusokra és a terroriszervezetekre is jellemző a kis alegység által végrehajtott művelet, valamint a gyors döntéshozatal és a cselekvés. Terrorcselekmény esetén jellemzően nem prioritás a robbantás pontos terv szerinti kivitelezése, azonban korrekcióra, második robbantásra nincs lehetőség. A robbantás célja sok esetben csak a személyi sérüléssel járó károkozás, mert a sérülteket a helyszínen tartózkodók részesítik elsősegélyben, ezt követően mentőorvosi, illetve szakorvosi ellátást kapnak.<sup>2</sup> Az improvizált robbanószerkezet ezen célkitűzéshez tökéletes módszer és eszköz.

## Az improvizált robbanóeszközök

A „házi” készítésű robbanószerkezetek kifejezés Európában a brit katonai szakzsargonban jelent meg, amikor Észak-Írország területére vezényelték az alegységeket az Ír Köztársasági Hadsereg (IRA) elleni rendfenntartó feladatok végrehajtására. (A módszert azonban már korábban is alkalmazták a *booby trap*, vagyis meglepőaknák formájában.)<sup>3</sup>

Az improvizált robbanószerkezetek definíció szerint

„olyan rombolóhatású nem nagyüzemi módon előállított bombák, amelyek a romboló vagy halálos hatást egészségre ártalmas anyagokkal, pirotechnikai eszközökkel vagy gyújtóhatású vegyi anyagokkal érik el. Alkalmazásuk célja személyek vagy gépjárművek alkalmatlanná tétele a harci alkalmazásra. [...] Maga a robbanóeszköz egyszerű: robbanótöltetből és gyújtószerkezetből áll. Formájukat, az alkalmazott gyújtási módokat, a robbanóerőt és robbanótöltet illetően azonban már sokfélék lehetnek. Mivel szinte mindent fel lehet használni a házilag készített robbanószerkezetekhez, így a csoportosításuk és az ellenük való védekezés is igen nehéz.”<sup>4</sup>

A szerkezetek létrehozására tehát szinte bárki képes, aki fizikailag és szellemileg nincs korlátozva, megvan a kezűgyessége, és rendelkezik az olvasás alapvető képességével. A STANAG 22959 szerint az improvizált robbanóeszközök jellemzői, hogy lehetnek egyszerűek és akár könnyen előállíthatók, de tartalmazhatnak korszerű és bonyolult elektronikai komponenseket is.<sup>5</sup>

Az improvizált robbanószerkezetek általános jellemzői:<sup>6</sup>

- egyszerűen és kevés anyagi ráfordítással, akár kereskedelmi forgalomban kapható anyagokból is előállítható;

<sup>2</sup> BUNYITAI–DARUKA 2023: 16.

<sup>3</sup> KOVÁCS–CSURGÓ 2021: 112.

<sup>4</sup> DARUKA 2012: 26.

<sup>5</sup> KOVÁCS–CSURGÓ 2021: 112–113.

<sup>6</sup> KOVÁCS–CSURGÓ 2021: 115–116.

- megsemmisítő hatása egyenlővé teszi a drágább, hatásosabb hagyományos fegyverekkel;
- a kialakítás és működtetés sokféleképp variálható, ezért nehéz ellenük védekezni;
- a telepítésére, elhelyezésére jellemző a környezeti rugalmasság, ami egyben megnehezíti az eszköz felderítését;
- méreteinek kialakítása teljesen felhasználó- és feladatfüggő;
- a fegyver alkalmazása nem jár együtt az alkalmazó kilétének felfedésével;
- az alkalmazó számára az IED használata kisebb veszélyekkel jár, mint a többi módszer (például egy fegyveres támadás, rajtaütés végrehajtása);
- kiszámíthatatlan alkalmazása műveleti szinten megnehezíti, akadályozza az erők megóvását és az utánpótlást;
- alkalmazását általában intenzív médiafigyelem kíséri, amely a stratégiai szintre is kihatással lehet.

Az improvizált robbanóeszközök megépítése főleg olyan területeken lehetséges, ahol nagy mennyiségben maradt hátra fel nem használt katonai harcanyag – aknák, tüzérségi lövedékek, rakéták, ipari és katonai robbanóanyagok. Az összeszereléshez a minimális szakismeret elengedhetetlen, ezért általában kijelölt kisalegységek végzik a telepítést és az élesítést.<sup>7</sup>

Az improvizált eszköz lehet az áldozat vagy az elkövető által vezérelt típus. Időzítő alkalmazása esetén az elműködtetés időbeni pontossága, amit az IRA számtalan alkalommal tapasztalt, a betelefonálások és a saját alegységeinek védelme miatt létfontosságú volt. Az időzítés ezért kezdetben kiemelt fontosságú volt. A nehezebb hatástalanítás érdekében később mozgásérzékelő szenzorokkal is kiegészítették az eszközöket. A mozgásérzékelő szenzorok esetében beszélhetünk egyszerű, passzív infrared vagy kombinált mikrohullámú típusról. Köthetők azonban „és” kapcsolással is, ezáltal bármilyen mozgástípusra képes a szerkezet elműködni. Az infravörös-érzékelők használatával, szabadtéri alkalmazás esetén bármilyen tárgy, élőlény aktiválhatja a robbanóeszközt a látótérbe lépésével vagy abból való kihaladásával.<sup>8</sup>

Rádióvezérlés esetén meg lehet különböztetni a rádióélesítésű és a rádióvezérelt változatokat. A robbanószerkezetet megfelelő távolságról hozzák működésbe, ezáltal a kezelő(k) sokkal nagyobb biztonságban is van(nak), továbbá a telepítés során az eszköz nem éles. (A rádióélesítésű eszközök esetén hagyományos improvizált robbanószerkezetről beszélhetünk, ami a jel beérkezését követően hagyományos improvizált robbanóeszközként funkcionál tovább, így elműködtetése már az áldozattól függ.) A módszer biztonságossága egyben hátrány is a terrorszervezet és a kezelők szempontjából. Egy esetleges hiba esetén – főleg házi készítésű robbanószerkezet esetében – az egész támadás meghiúsulhat, továbbá a különféle rádiófrekvencia-zavaró eszközök is megakadályozhatják a detonációt. A frekvencia zavarása esetén a támadó nem tudja működésbe hozni a robbanószerkezetet, ezért a rádióvevőt, valamint a robbanóeszközt már külön-külön helyezik el és vezetékkel kötik össze.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> DARUKA 2013: 67.

<sup>8</sup> DARUKA 2013: 68.

<sup>9</sup> DARUKA 2013: 66.

Az IRA kezdetben repülőgépmo­del­lek távirányítóját használta, később az Amerikai Egyesült Államokból érkező eszközök segítségével az időjárás-előrejelzők frekvenciatartományát kezdték el használni.

Az improvizált robbanószerkezetek külön típusa az öngyilkos merénylőké, azon belül is a gépjárműves öngyilkos merénylőké (továbbiakban: *suicide vehicle borne improvised explosive device* – SVBIED). Ők ugyan az öngyilkos merénylők kategóriájába sorolandók, pusztító erejük miatt mégis külön kategóriaként kezelendők. (Öngyilkos merénylőként leegyszerűsítve az definiálható, aki az improvizált robbanószerkezet elműköd­te­tésével saját életét is feláldozza az optimális célpont elpusztítása vagy a károkozás érdekében.<sup>10</sup>) A módszer az öngyilkos merénylőt egy, a gépjárműbe szerelt robbanószerkezettel (*vehicle borne improvised explosive device* – VBIED) együtt juttatja célba. A gépjárművet nem egy előre meghatározott helyre parkolják le és hozzák működésbe, hanem menet közben vagy a kínálkozó lehetőségek szerint vezetik bele a kiválasztott célpontba. Az ilyen eszközök alkalmazásánál fennáll a kettős indítás lehetősége is, így ha az elkövető meggondolná magát, meginogna a hite, a társa, aki folyamatosan figyeli az eseményeket, úgynevezett külső indítással működésbe hozhatja a robbanószerkezetet. Gyakran alkalmazzák ennél a módszernél a külső érintkezőket is, így akkor is robban a szerkezet, ha az autó leáll vagy nekiütközik valaminek.<sup>11</sup>

A gépjárműves öngyilkos merénylő módszerét az ISIS is gyakran használta mint műveleti típust, faltörő kosként. Alkalmazása megegyezik a korábban említett gépjárműves eljárással, azonban a felhasználás célja eltérő. Esetükben a cél a fizikai akadályok megsemmisítése volt, szabad útvonal biztosítása művelet folytatásához. Általában ezért összehangolt gépjárműveket alkalmaznak, legalább 3 darabot, amelyek célja a következő: „Az első öngyilkos merénylő gépjármű átüti a fizikai akadályt a cél és a merénylő között, a második a berobbantott területet megtisztítja, míg a harmadik a kijelölt célt semmisíti meg.”<sup>12</sup>

## **(Ideiglenes) Ír Köztársasági Hadsereg és az Iszlám Állam által használt improvizált robbanószerkezetek**

A két szervezet tökéletes példa az improvizált robbanószerkezetek fejlődésének és használatának általános bemutatására. Az IRA-ra jellemző volt a környezethez való alkalmazkodási hajlam, valamint a konfliktus elhúzása, és nemzetközi kapcsolatai segítségével képes volt az improvizált eszközeinek működését tanulmányozni, fejleszteni, ezáltal fejlődni is. A szervezet az Ír Köztársasági Hadsereg és az Ideiglenes Ír Köztársasági Hadsereg (PIRA) 1969-es szétválását követő első három évben összesen megközelítőleg 25 tonna robbanóanyagot használt fel nagyjából 3000 darab improvizált robbanóeszköz létrehozására és elműköd­te­tésére.<sup>13</sup>

<sup>10</sup> DARUKA 2022: 462.

<sup>11</sup> DARUKA 2012: 30.

<sup>12</sup> BUKTA 2009: 30.

<sup>13</sup> Jelen írás szempontjából elhanyagolható az Ideiglenes Ír Köztársasági Hadsereg és az Ír Köztársasági Hadsereg egymástól való szétválás­ta­sa, a szerző ezért a két szervezet nevének használata során minden esetben az Ír Köztársasági Hadsereg szervezetére utal.



A detonátorokat általában Skóciában gyártották, Ardeerben, a Nobel Explosive Company (NEC) gyárában, míg a robbanóanyagok főként 3 gyártól származtak, a már ismert NEC-től, az angliai Explosive & Chemical Products Ltd.-től (E&CP) és a dublini Irish Industrial Explosive Ltd.-től (ismert rövidített formában IIE) – kivéve a később használt Semtexet és a Spanyolországi terrrorszervezetektől kapott Goma 2-t. A NEC gyártótól vett még Togel – nitroglicerinalapú – robbanóanyagot, valamint a Opencast Q, ICI Dublin 21-12-70 és NEC 1449 nevű robbanóanyagot is.<sup>14</sup>

Az észak-írországi konfliktus egyik legemlékezetesebb eseménye az improvizált robbanóeszközök szempontjából az 1972. július 21-i „fekete péntek”. Az IRA ekkor 27 elrejtett robbanószerkezetet működtetett el, összesen 75 perc időintervallumban. A robbanószerkezeteket főként autóba rejtették (de üres, helyközi járatként használt buszban is találtak) és időzítővel látták el. Az eseménysorozat nem sokkal 14:00 óra után kezdődött.<sup>15</sup> (A hadsereg tűzszerészeti feladatokat látott el, azonban az 1972. július 24-én készült jelentésekben a robbanószerkezettel kapcsolatos információk – kivéve az elhelyezésük, becsült súlyuk és a becsült kár értéke – zárrolva vannak, vagy nincs pontos adat. A robbanóanyag feltételezhetően – szemtanúk és a helyszínre kiérkező alegységek véleménye szerint – cukor lehetett. Az elhelyezett robbanóanyag átlagos súlya 0,5 kg-tól egészen 45 kg-ig terjedt. A robbantások helyszínén találtak továbbá például gyújtófáklyát, szigetelőszalagot és vezetékes indításokhoz elosztócsatlakozókat.) A támadássorozatból példaként kiragadva említhető a lurgani vasútállomáson elműködtetett töltet, amelynek súlyát 13 kg és 22 kg körül becsülték, mérete pedig 45 x 45 x 30 cm lehetett. Az indítószerkezet vélhetően elektronikus volt, a csomagot pedig egy felfegyverzett személy helyezte el. Az incidensjelentés alapján a rendőrség az elműködtetés előtt 5 perccel kapott figyelmeztetést a csomaggal kapcsolatban.<sup>16</sup> A 27 telefonos bejelentéssel párhuzamosan számos további, valótlán bejelentést is tett a szervezet, a biztonsági erők alegységeinek szétosztása miatt, valamint azért, hogy bizonyítsák azok funkcionális alkalmatlanságát.<sup>17</sup>

A PIRA 1974-től Nagy-Britannia területén is – az észak-írországi műveletekkel párhuzamosan – robbantásos merényletsorozatba kezdett. A merényletsorozat 1974. február 4-én kezdődött, amikor egy, az M62 autópályán haladó távolsági buszt támadott meg Nyugat-Yorkshire-ben. A támadás eredménye 12 fő halálos áldozat és 38 fő sérült volt. A támadás során egy 11 kg súlyú robbanószerkezetet helyeztek el a busz csomagterébe, amely éjjel után a 26. és 27. kilométerkö között működtött el.<sup>18</sup> Vélelmezhető, hogy az M62 autópályá forgalma és a bérelt autóbussz kötetlen útvonala miatt csak az időzítővel szerelt IED használata vezetett eredményre. 1974. november 21-én Birmingham központjában párhuzamosan két helyi kocsnában működtetett el katonai zsákokba rejtett és a kocsnák közelében hagyott robbanószerkezeteket.<sup>19</sup> Feltételezhetően az IRA volt a kivitelező, azonban a súlyos veszteségek

<sup>14</sup> DEFE 70/1476.

<sup>15</sup> Bloody Friday: What Happened in Belfast on 21 July 1972? 2022.

<sup>16</sup> FOI 2017/07605.

<sup>17</sup> MELAUGH [é. n.].

<sup>18</sup> COYLE 2024.

<sup>19</sup> SULLIVEN 1975.

miatt – több mint 200 sebesült – hivatalosan senki nem vállalta a felelősséget. A robbanószerkezet tulajdonságairól nem található információ.

Robbanószelatinnal is kísérleteztek a korai, exportból származó harcanyagokhoz való hozzájutást megelőzően. A robbanószelatin borostyánkő színű, átlátszó és rugalmas anyag, vágható, hajlítható és összenyomható. A főbb beszerzési forrás maga a hadsereg volt, de a szervezet képes volt maga is előállítani belőle jelentős mennyiséget, amíg a hadsereg el nem kezdte az előállításához szükséges anyagokat megfigyelni. Felhasználták szögbombákhoz, de alkalmazták például hajótestre szerelve, vagy épületek megsemmisítésére is.<sup>20</sup> A szelatin alkalmazása során kezdetben azonban nem állt rendelkezésre a megfelelő időzítőmechanizmus, vagy emberi hiba okozta a merényletek sikertelenségét.

1971. augusztus 10-én egy katonai laktanyát támadtak volna meg innovatív módon. A 330 fős katonai jelenlét miatt indirekt módon, a csatornán keresztül próbálták meg felrobbantani az objektumot, azonban tévedésből egy másik csövön keresztül végül egy használaton kívüli szórakozóhelyet semmisítettek meg.<sup>21</sup>

Sikeresnek nevezhető merényletek is voltak, amelyek nagy médiafigyelmet kaptak: a Lord Louis Mountbatten ellen végrehajtott 1979-es hajórobbantás és a Margaret Thatcher elleni 1984-es szállodarobbantás.

1979. augusztus 27-én Lord Louis Mountbatten szabadságát töltve családi hajókiránduláson vett részt Írország nyugati partjánál. Mountbatten egy fa halászhajóval kirándult, amire az IRA egy 23 kg nagyságú töltetet helyezett el, amit megfigyelve távirányítóval hoztak működésbe. A merényletnek mindösszesen 3 halálos áldozata volt. Mountbatten személye azonban kiemelkedő és jelentős volt, mert II. Erzsébet unokatestvére volt.<sup>22</sup>

1984. október 12-én a Brit Konzervatív Párt tartott konferenciát a brightoni Grand Hotelben, amikor hajnali 3 órakor a zselatinbomba működésbe jött. A hotelben bekövetkezett robbantást követően az IRA által adott interjúban hangzott el a mára szállóigévé vált mondat is: „Ma balszerencsések voltunk. De míg nekünk elég, ha egyszer szerencsénk van, addig magának erre mindig szüksége lesz.”<sup>23</sup> A robbantást megelőzően, szeptember 14–17. között egy IRA-tag Roy Walsh néven – eredeti nevén Patrick Magee – jelentkezett be a 629. számú szobába.<sup>24</sup> A robbantás időpontja előtt körülbelül 24 nappal helyezték el és időzítették a robbanóeszközt. Thatcher sérülés nélkül túlélte, de a szállodában jelentős kár keletkezett.

A Thatcher ellen elkövetett merénylet az időzítők használatában bekövetkezett változást is jól példázza, amivel hetekkel vagy hónapokkal is lehetett késleltetni a robbantást. A változást fokozta a Memopark-időzítők rendszeresítése is, amit polgári felhasználásban a parkoló-órákban – a még hátralévő idő mérésére – alkalmaztak. A technikai fejlődést mutatta, hogy bevezették a szerkezeten belüli fényt kibocsátó dióda (hétköznapi nevén LED) alkalmazását is, ami a robbanószerkezet helyes beállítását jelezte, vagy egy független másodlagos időzítőt.

<sup>20</sup> *Report of the Bloody Sunday Inquiry* 2010: 40.

<sup>21</sup> GILL 2017: 575.

<sup>22</sup> *The Deadly Hotel Bombing That Margaret Thatcher Survived in 1984* 2019.

<sup>23</sup> *The Day an IRA Bomb Claimed the Life of Lord Mountbatten* 2019.

<sup>24</sup> VERESS-BÁCS 2017: 140.

Az 1980-as évek közepétől Líbia is elkezdett fegyvert és robbanóanyagot exportálni a szervezet számára – például Semtexet. Az évek során feltételezések szerint megközelítőleg 3 tonnányi plasztikus robbanóanyagot tudott felhalmozni az IRA. A pontos mennyiséget megbecsülni, feltételezni véleményem szerint nem érdemes, azonban 1996-ban bizonyították, hogy rendelkeznek ilyen típusú robbanóanyaggal.

A Hammersmith híd jelentős stratégiai célpont volt, amit a szervezet három alkalommal is megpróbált felrobbantani 1939 óta. 1996-ban – a húsvéti felkelés 80. évfordulójára emlékezve – az IRA két, egyenként 18 kg, Semtexszel töltött improvizált robbanószerkezetet helyezett el a híd pilléreire, a gyalogos forgalom számára kijelölt átjáró résznél. A robbanóeszközök közül az egyik végül hibásan működött csak el, míg a másik hibás összeszerelés miatt nem is volt működőképes.<sup>25</sup>

További példák 1996-ból a teljesség igénye nélkül:

- Február 9-én Docklands területén történt robbanás (ismert még Canary Wharf robbantásként is). Egy kereskedelmi épület mellett hoztak működésbe egy megközelítőleg 1360 kg súlyú robbanószerkezetet, ami mindösszesen két halálos áldozatot és 40 fő sérültet eredményezett – és 150 millió fontos anyagi kárt.<sup>26</sup> A robbanóeszközt egy kis-teherautóban hagyták, amelyet a South Quay vasútállomástól 73 méterre parkoltak le, majd – 90 perccel a figyelmeztető bejelentést követően – 19:02-kor működésbe hozták. A feltételezés szerint a felhasznált robbanóanyag Semtex volt, amit Csehországból vásárolt Líbia, ahonnan viszont aktív támogatást élvezett az (P)IRA szervezete.<sup>27</sup> (A robbantással egyben a szervezet deklaráltan felmondta a mintegy 17 hónapon és 9 napon keresztül fenntartott tűzszüneti megállapodást is.)
- Február 18-án buszrobbantás történt London nyugati részén. A helyi buszjáraton utazott IRA-tag feltételezhetően rosszul szerelte össze az IED-t, ezért végül az figyelmeztetés nélkül működött el.<sup>28</sup> Véleményem szerint azonban a média feltételezése téves, mivel a robbanás időpontja 22:38 volt, és éppen a Védelmi Minisztérium előtt haladt el a jármű. Az áldozatok száma a késői időpont miatt 3 fő volt és mindösszesen 8 sérült. A figyelmeztetésnek, a rendőrségre való betelefonálásnak ezért nem lett volna értelme.
- Június 15-én Manchesterben egy gépjárműbe rejtett, közel 1500 kg súlyú robbanószerkezet működött el, ami 212 fő sérülését eredményezte. A robbantást megelőzően egy órával telefonon értesítették a biztonsági szolgálatot, így a rendőrségnek sikerült kiüríteni a területet, és a hatástalanítási eljárást is megtudták kezdeni – utóbbit azonban már sikertelenül.<sup>29</sup> A hatástalanítás 10:46-kor kezdődött meg, de az időzítő 11:17-kor működésbe hozta a feltételezett Semtex és ammónium-nitrát keveréket. További feltételezés, hogy a későbbi helyszínelés során szabotázsgátlóként mozgásérzékelőket is találtak a „robbanótestre” erősítve a hatóságok.<sup>30</sup>

<sup>25</sup> KELSO 2000.

<sup>26</sup> LEGG–HARRISON 2017.

<sup>27</sup> *Canary Wharf Bombing: Compensation* 2016.

<sup>28</sup> Bomb Blast Destroys London Bus [é. n.].

<sup>29</sup> A Look Back at the 1996 IRA Bombing in Manchester 2017.

<sup>30</sup> *1996 Manchester Bombing* [é. n.].

Az ISIS által használt eszközök ismertetése és az IRA eszközeivel való összehasonlítása előtt le kell szögezni, hogy technikai és technológiai szempontból a világ sokat változott 1969–1996 és 2014–2022 között. A két szervezet szintén eltér egymástól, ezért az alkalmazott módszer nem hasonlítható össze csak az okozott halálos áldozatok és sérültek statisztikai adatai vagy a támadás célpontjai alapján. Az ISIS tevékenységét továbbá véleményem szerint két kategóriára kell felosztani, vizsgálni: a nyugati és keleti színtérre. Ennek indoka, hogy teljesen eltérő lehetőségeket találunk a két kategórián belül, eltérő országokkal – és azok fegyveres, rendfenntartó erejével és politikai berendezkedésével.

A nyugati színtéren – Európában különösen – a szervezet a szigorú robbanóanyag-szabályozás és ellenőrzés miatt, valamint a hadianyagok polgári korlátozása miatt főként a triacetón-triperoxid (TATP) használatát preferálta az improvizált robbanóeszközök alkalmazása során. A robbanóanyag tulajdonsága, hogy nagy hatóerejű, nagyon érzékeny fehér, kristályos, ugyanakkor instabil.

Néhány esetben a nagy hatóerejű robbanás előidézése mellett a tűz lassú, de hatékony erejének felhasználása célravezetőbb lett volna. A szervezet ezért leírta és publikálta is a pontos elkészítési útmutatót, azonban ez sem segített a módszer hatékonyságán, elterjedésén. 2016. szeptember 4-én Párizsban a Notre-Dame-székesegyházat kísérelték volna meg felgyújtani autóba rejtett, improvizált tűzbombával. Hat gázpalackot helyeztek el egy Peugeot 607 típusú személyautóban, amelyet egy, a székesegyházhoz közeli, szűk utcában parkoltak le, közel egy bárhoz. Az autót leöntötték gázolajjal – benzin helyett –, majd égő cigarettát dobtak rá. Az iniciálóanyagot felcserélték, ezért nem sikerült végül meggyújtani és felgyújtani az autót.<sup>31</sup> Az elkövetőket a házkutatást követően összefüggésbe hozták az ISIS-el, mert annak útmutatása szerint pakolták össze az autóbombát.

Az egyéb módszerek, például a fegyveres támadás kiegészítéseként (öngyilkos) robbantásos merényleteket is terveztek. Ezen kombinált támadástípusnak egyik eredménye volt a 2015. november 13-án végrehajtott párizsi merényletsorozat.

Az első csoport – 3 öngyilkos merénylő – 21:20 és 21:53 között felrobbantotta magát Saint-Denis-ben a Stade de France stadionnál és környezetében, ahol épp a Németország–Franciaország barátságos labdarúgó-mérkőzést játszották. A mérkőzésen nézőként jelen volt François Hollande – Franciaország akkori elnöke – is. A második csoport 21:25-kor egy fekete, Seat márkájú személyautóból kezdte céltalanul löni az utcán tartózkodókat. A fegyveres támadás a X. kerületben a Le Carillon és Le Petit Cambodge éttermet, a XI. kerületben a Café Bonne Biere, a Le Belle Equipe és a La Casa Nostra vendéglátóhelyet, valamint a Rue de la Fontaine au Roi utat érintette. 21:40-kor Brahim Abdeslam betért a XI. kerületben lévő Le Comptoir Voltaire étterembe, rendelt, majd felrobbantotta magát. A harmadik csoport 21:40-kor gépkarabélyokkal felfegyverkezve betért a Bataclan szórakozóhelyre. (A szórakozóhely maximálisan 1500 fő befogadására volt alkalmas.) A biztonsági személyzetet kivégezték, és löni kezdtek az épületben. 00:20-kor a francia hatóságok lerohanták a szórakozóhelyet. A rendőrségi akció közben az egyik elkövetőre rálöttek, ezért felrobbant az öngyilkos öve, a többi elkövető

<sup>31</sup> CHRISAFIS 2019.

felrobbantotta magát. A fegyveres támadást, túszejtést és öngyilkos merényletet elkövető 9 fős csoport összesen 130 fő halálát okozta, 368 sérült mellett.<sup>32</sup> A támadás során a merénylők TATP-robbanóanyagot alkalmaztak, valamint a nagyobb személyi sérülés elérése érdekében apró fémtárgyakat helyeztek el magukon – csavarok, csavaranyák, szögek.<sup>33</sup>

A városfoglalások, valamint védelmi létesítmények és támpontok ellen kedvelt módszer volt a „TABQA”, vagy más néven faltörő kos. A fentebb már említett módszer lényege, hogy a támadó alegységeket megelőzve, gépjárműveket és harcjárműveket öngyilkos támadásokra készítettek fel. A gép- és harcjárműveket alkalmazták a fizikai akadályok megbontására és a további alegységek szabad átjárásának biztosítására. A támadó alegységek ezt követően, a kormányerőket célozva, öngyilkos merényletet hajthattak végre. A merényletek így pánikot és harci sokkot okoztak, következésképpen gyors, lerohanó támadásokat tudtak végrehajtani a keletkezett pánikhangulatban; 10–15 perc alatt egy század nagyságú alegységgel védett területet is el tudtak foglalni.<sup>34</sup>

Az öngyilkos merénylők alkalmazásának célja a Közel-Keleten merőben eltér a nyugati országokban alkalmazott céloktól. Itt, gyakorisága miatt már nem kíséri elegendő médiafigyelem az ilyen jellegű cselekményeket, sokkal inkább a demoralizáló ereje, egyszerűsége és költséghatékonyasága miatt terjedt el a módszer. A rendőrség és biztonsági erők ellen gyakran alkalmazták akár párhuzamosan, egyszerre végrehajtott merényletekkel is. A társadalmi ingerküszöböt azonban csak akkor tudták elérni, ha szimbolikus jelentőségű helyeken követték el, nagy áldozatszámot értek el, vagy olyan helyen hajtották végre a támadást, ahol nyugati állampolgárok vagy katonák is érintettek voltak. Az öngyilkos merényletekhez általában öngyilkos mellényt vagy öngyilkos merénylő által vezetett járműbe szerelt rögtönzött robbanószerkezeteket alkalmaztak.

A VBIED és később a külföldiek beáramlásával az SVBIED elterjedése kulcsfontosságú volt az ISIS módszertárában. Kezdetben ezt a módszert használták az ellenfél moráljának csökkentésére, majd az akadályok és ellenőrzőpontok megsemmisítésére. Alkalmazták összehangolt merényletsorozatokban, de önállóan is. A robbanóeszközök eleinte C4 és trinitrotoulol- (hétköznapi nevén TNT vagy trotil) alapúak voltak, amelyeket általában autóra rögzítettek. (Motorkerékpárok alkalmazása szintén jellemző volt, a mozgékonyaságuk miatt.) Ennek egyik előnye, hogy a szervezet által módosított és felhasznált autókat csak a robbantás előtt lehetett megkülönböztetni a rendeltetésszerűen használt autóktól. Ezáltal rendelkezett a meglepés és a változó harctéri körülményekhez való alkalmazkodás képességével. Továbbá a páncézzal megerősített autókat nehéz megállítani, mert az első szélvédőt is vaslemezzel vagy golyóálló üveggel helyettesítették, amelyen éppen csak egy akkora nyílást hagytak, hogy a vezető kilásson.<sup>35</sup> Feltételezhető az ütközés általi elműködtes és a távirányítók alkalmazása is egy-egy helyi célpont, áteresztőpont esetében. A gépjárművezető általi elműködtes és a kilövés veszélye miatt a szervezet számára már nagyobb sikertelenségi faktorról jart. A házi

<sup>32</sup> *White Paper: The Attacks on Paris: Lesson Learned* 2016: 14–15.

<sup>33</sup> *Triacetone Triperoxide (TATP): Indicators of Acquisition and Manufacture, and Consideration for Response* 2019.

<sup>34</sup> RESPERGER–TÚRI 2021: 106.

<sup>35</sup> DAVIS 2017: 190.

gépjármű-módosítások kiterjedtek a pick-up kisteherautóktól egészen a nagy munkagépekre, például teherautókra, kukásautókra és nehéz munkagépekre is. Idővel a nagy célpontot nyújtó munkagépeket csak speciális, az eredeti funkciójukat is ellátó feladatok során alkalmazták, inkább a gyors, manőverezőképesseggel rendelkező pick-up kisteherautókat használták nagy mennyiségben.

A módszer egyszerű és költséghatékony, amely egyben magyarázatot is ad a gyakori alkalmazásukra. Egyszerűségét a precíziós műszerek mellőzése jelenti, míg a szállítóeszköz csak egy hétköznapi gépjármű. A célzó berendezés és az „időzítő” szerkezet maga a vezető. Ennek köszönhetően az összetettebb és nehezebb célpontok is elérhetővé váltak a terroristák számára, valamint a környezetbe és az előre nem számolt tényezőkhöz is képes volt alkalmazkodni. Gyengesége ugyanakkor az autók előkészítése: a felszerelés – autóalkatrész és szerszámok –, szaktudás és a biztonságos hely szükségessége. A CIA (Central Intelligence Agency<sup>36</sup>) becslése szerint 2014-ben az ISIS 31 000, 2016-ban 19 000 – 25 000 külföldi harccsal rendelkezett.<sup>37</sup> Ekkora humán erőforrással nincs észszerű maximuma az öngyilkos mellények, övek vagy SVBIED-módszerek alkalmazásának, mert a külföldi harcosok képesek életüket ilyen módszerekkel is feláldozni a szervezet céljainak.

Michael Knights szerint 2018 első 10 hónapjában összesen 1271 támadást lehetett az ISIS szervezetéhez kötni csak Irak területén. Knights – bár jelzi, hogy a pontos számot nem lehet megállapítani – megközelítőleg 762 IED- és egyéb, öngyilkos merénylők által elkövetett incidenst jegyzett fel. Lebontva 6 tartományra – Kirkuk, Anbár, Bagdad, Ninive, Szaláh ed-Dín, Dijála – ez a szám átlagosan 127 támadást jelentett csak az ISIS részéről havonta. Viszonyításként: 2017-ben, csak 4 tartományt tekintve – Anbár, Bagdad, Szaláh ad-Dín, Dijála –, havi átlagosan 491 incidens történt.<sup>38</sup>

A magántulajdon és az infrastruktúra tudatos és célzott rombolása az épületekbe rejtett improvizált robbanószerkezet (*house-borne improvised explosive devices* – HBIED) segítségével ugyancsak jellemző volt. A HBIED telepítése védelmi szerepet is játszott, lényegében pufferezónát biztosított a szervezet számára. Elsődleges feladata a külföldi katonai alegységek távollattartása volt az elfoglalt területektől.<sup>39</sup>

Az ISIS passzív védelmi rendszerként gyalogsági aknákat és IED-eket, HBIED-t alkalmazott az általa ideiglenesen elfoglalt területeken. Jellemzően a büntetni kívánt társadalmi csoportok lakhelyeinél, földjeinél, valamint a kritikus infrastruktúráknál alkalmazták. További célja volt a városok visszaszerzéséért harcoló reguláris hadseregek lassítása.

A gyalogsági akna és IED-k használatának növekedését bizonyítják az ENSZ Humanitárius Ügyek Koordinációs Hivatala által felügyelt, az aknák betiltására indított nemzetközi kampány keretében elkészített éves jelentések is (*Landmine Monitor*). A jelentések a hatástalanított eszközök számát mutatják idő, darabszám és terület viszonylatban. 2013-ban, még a kalifátus önkényes kikiáltása előtt Irakban 5,3 km<sup>2</sup> megtisztított területen 8552 db gyalogsági és 323 db

<sup>36</sup> Központi Hírszerző Ügynökség.

<sup>37</sup> MCGURK 2016.

<sup>38</sup> KNIGHTS 2018: 1–2.

<sup>39</sup> ANFISON – AL-DAYEL 2023: 168–169.

harckocsiaknát semmisítettek meg.<sup>40</sup> 2016-ban már csak Irak területén az IED- és aknamentés során 17 113 eszközt semmisítettek meg 27,3 km<sup>2</sup> területen. A hivatalosan bejelentett IED-k által veszélyeztetett terület 6,6 km<sup>2</sup> volt.<sup>41</sup> 2018-ban Irakban 1219 km<sup>2</sup> volt aknákkal telepítve, és 185 km<sup>2</sup> volt IED-kel érintett. 2019 végén Irak már összesen 1239,2 km<sup>2</sup> telepített aknamezővel és 627,6 km<sup>2</sup> IED-vel érintett területről adott jelentést.<sup>42</sup> Védelmi és elrettentési célból az aknákat és a saját gyártású improvizált robbanóeszközöket stratégiai jelentőségű pontok – hidak vagy összekötő utak – mellett olyan nem várt helyekre is telepítettek, ami a támadókat meglephette. A robbanóeszközök telepítését, ahogy a területeit is, zónákra osztották fel. A vidéki zóna nagy, nyílt vidéki területeket jelöl. Jellemzően a kisebb településeket összekötő utak és a menekültek által használt útvonalakat jelenti. Az IED-eket az utak mentén telepítették, és az utakra csak zsinórokat, madzagokat feszítettek ki, botlódórótos vagy nyomólemezes elműködtetéssel, majd a mozgó járművek, járókelők hozták működésbe az eszközöket. A mezőgazdasági területeket, szántóföldeket szintén elaknásították, hogy átmeneti élelmisszerhiányt okozzanak. A külső terület a városok infrastruktúráját, falvakat és a városok kertes házi övezeteiben a házak elő- és kiskertjeit jelentette. A vidéki zónában és a külső területeken a tűzszerészek, hatástalanítók munkájának nehezítése miatt a robbanóeszközöket törmelékkel fedték el. Az IED-k elfedésének célja az észrevételének megnehezítése és az eltakarítás során a robbanás előidézése. A belső zóna a belső lakott területeket, lakásokat és házakat foglalta magában. A lakások bármelyik szobájában, ajtókra és ablakokhoz is gyakran szereltek IED-eket. A lakások biztos pontjai a gyakran használt szobák, eszközök voltak, mint a konyha és a hűtőszekrény vagy a szőnyeg és a kanapé. Az épületek zónája olyan középületeket jelölt, mint az egészségügyi vagy oktatási épületek.<sup>43</sup>

Az aknák és IED-k alkalmazási helyei egymástól merőben eltérnek. A gyalogsági aknák felhasználási területe főként stratégiai jelentőségű pontoknál volt megtalálható. Ennek magyarázata az aknák professzionális gyártása. Az IED használata az improvizált, váratlan és nem stratégiai jelentőségű helyszíneken, helyeken volt jellemző – osztályterem, játékok, élelmisszer csomagolása, holttest (ez utóbbi esetén létrehozva az emberre szerelt improvizált robbanószerkezetet: *person-borne improvised explosive devices* – PBIED). A gyerekek elcsábításához játékokat vagy figyelemfelkeltő szalagokat is elhelyeztek a robbanóeszközökre. A felnőtt civil áldozatok számának növelését az élelmisszerraktárakba – például gabonasírokba –, tömegsírokba vagy holttestekbe rejtett improvizált robbanóeszközökkel érték el, feltételezhetően megnövelt akkumulátorkapacitással. Fallúdszában gyalogsági aknákból egy 15 kilométeres védelmi vonalat is kiépített a város köré az ISIS. 2015-ben Ramádi bukása előtt az ISIS a város egész területén IED-eket helyezett el, hogy lassítsa az iraki kormány visszatérését és a hétköznapi élet visszaállításának ütemét.

<sup>40</sup> *Landmine Monitor* 2014: 23.

<sup>41</sup> *Landmine Monitor* 2017: 35.

<sup>42</sup> *Landmine Monitor* 2020: 30.

<sup>43</sup> ANFISON – AL-DAYEL 2023: 170–172.

## Összegzés

Összegzésként elmondható, hogy az ISIS fenntartotta és elsajátította a már az IRA által is használt bevált módszereket, szabályokat, mint például a katonai robbanóanyagok stratégiai pontokon való alkalmazását – azok gyári, professzionális körülmények közötti összeszerelése miatt.

Következtetésként megállapítható, hogy a módszer egyszerűsége, hatékonysága és beke-  
rülési költsége, valamint az emberi kreativitás következtében napjainkban hatásos védelem  
nem biztosítható. Már az IRA is képes volt bárhova IED-t elhelyezni, az áldozatok számát  
pedig időzítőkkal és a biztonsági erők értesítésével korrigálta, befolyásolta. Az ISIS és annak  
vallási filozófiája miatt az öngyilkos eszközök, módszerek tömeges alkalmazása, fejlesztése  
is megkezdődött. A működési területén megszerzett és megvásárolt katonai eszközök – pél-  
dál járművek – további kihívásokat jelentettek, valamint a kos módszer tömeges használata  
újszerű volt.

A biztonsági erők, a NATO, a szövetségi rendszeren belül és kívül is, saját és kölcsönös  
tapasztalatcserén keresztül válaszolni tudnak az eszközök használatára. A terrorizmus elleni  
harccal párhuzamosan az IED-k összeszerelése és felhalmozásának, raktározásának megaka-  
dályozása megfelelő irány lehet véleményem szerint. A helyi konfliktusokból visszamaradt  
katonai robbanóanyagok, aknák és lőszer az azonban ezt nem teszik lehetővé.

## Felhasznált irodalom

- 1996 *Manchester Bombing* [é. n.]. Online: <https://engole.info/1996-manchester-bombing/#Details-of-the-bombing>
- A Look Back at the 1996 IRA Bombing in Manchester (2017). *ABC News*, 2017. május 23. Online: <https://abcnews.go.com/International/back-1996-ira-bombing-manchester/story?id=47582784>
- ANFINSON, Aaron – AL-DAYEL, Nadia (2023): Landmines and Improvised Explosive Devices: The Lingering Terror of the Islamic State. *Studies in Conflict and Terrorism*, 46(2), 162–182. Online: <https://doi.org/10.1080/1057610X.2020.1751998>
- Bloody Friday: What Happened in Belfast on 21 July 1972? (2022). *BBC*, 2022. július 21. Online: <https://www.bbc.com/news/uk-northern-ireland-62135584>
- Bomb Blast Destroys London Bus [é. n.]. *BBC*, [é. n.]. Online: [http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/february/18/newsid\\_4165000/4165719.stm](http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/february/18/newsid_4165000/4165719.stm)
- BUKTA Balázs (2009): *Improvizált robbanó szerkezetek – jegyzet*. Budapest: MH 1. HTHE oktatási segédanyag.
- BUNYITAI Ákos – DARUKA Norbert (2023): Építményszerkezetek robbantással történő ipari bontások, katonai tönkretételének és bűnös szándékú rongálások összehasonlítása. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(4), 5–19. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.4.1>
- Canary Wharf Bombing: Compensation* (2016). Online: <https://hansard.parliament.uk/commons/2016-02-23/debates/16022346000002/CanaryWharfBombingCompensation>
- CHRISAFIS, Angelique (2019): Five Women Go On Trial Over Planned Notre Dame Car Bomb Attack. *The Guardian*, 2019. szeptember 23. Online: [www.theguardian.com/world/2019/sep/23/five-women-trial-planned-notre-dame-car-bomb-attack](http://www.theguardian.com/world/2019/sep/23/five-women-trial-planned-notre-dame-car-bomb-attack)
- COYLE, Hayley (2024): West Yorkshire M62 Coach Bombing 50<sup>th</sup> Anniversary to Be Marked. *BBC*, 2024. február 4. Online: <https://www.bbc.com/news/uk-england-leeds-68172276>



- DARUKA Norbert (2012): Bűnös célú robbanószerkezetek alkalmazásának és hatástalanításának sajátosságai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(ksz.), 26–34.
- DARUKA, Norbert (2013): Bombers, Wires, and Explosives – Part II. – Death arrives With Us. *Műszaki Katonai Közlöny*, 23(2), 64–72.
- DARUKA, Norbert (2022): Advanced Tools for the Explosive Materials Identification. In KOVÁCS, Tünde Anna – NYIKES, Zoltán – FÜRSTENER, Igor (szerk.): *Security-Related Advanced Technologies in Critical Infrastruktúra Protection*. [H. n.]: Springer. Online: [https://doi.org/10.1007/978-94-024-2174-3\\_39](https://doi.org/10.1007/978-94-024-2174-3_39)
- DAVIS, Carmel (2017): Limits to the Islamic State. *Orbis*, 61(2), 187–194. Online: <https://doi.org/10.1016/j.orbis.2017.02.003>
- GILL, Paul (2017): Tactical Innovation and the Provisional Irish Republican Army. *Studies in Conflict and Terrorism*, 40(7), 573–585. Online: <https://doi.org/10.1080/1057610X.2016.1237221>
- KELSO, Paul (2000): Attack Was Third on Bridge that Has Become Strategic Target. *The Guardian*, 2000. június 2. Online: <https://www.theguardian.com/uk/2000/jun/02/northernireland.paulkelso>
- KNIGHTS, Michael (2018): The Islamic State Inside Iraq: Losing Power or Preserving Strength? *CTC Sentinel*, 11(11), 1–11.
- KOVÁCS Tibor – CSURGÓ Attila (2021): Az improvizált robbanószerkezetek elleni védekezés irányai napjaink műveleti környezetében. *Műszaki Katonai Közlöny*, 31(2), 111–125. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2021.2.9>
- Landmine Monitor* (2014). Online: [www.themonitor.org/media/1716915/Landmine-Monitor-2014-Web.pdf](http://www.themonitor.org/media/1716915/Landmine-Monitor-2014-Web.pdf)
- Landmine Monitor* (2017). Online: [reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Landmine\\_Monitor\\_2017\\_Embargoed.pdf](http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Landmine_Monitor_2017_Embargoed.pdf)
- Landmine Monitor* (2020). Online: [reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/LM2020.pdf](http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/LM2020.pdf)
- LEGG, George – HARRISON, Lucy (2017): *Remembering the Docklands Bomb*. Online: <https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/remembering-the-docklands-bomb>
- MCGURK, Brett (2016): *Press Briefing By Press Secretary Josh Earnest and Special Presidential Envoy for the Global Coalition to Counter ISIL*. Online: [obamawhitehouse.archives.gov/the-pressoffice/2016/06/10/press-briefing-press-secretary-josh-earnest-and-special-presidential](http://obamawhitehouse.archives.gov/the-pressoffice/2016/06/10/press-briefing-press-secretary-josh-earnest-and-special-presidential)
- MELAUGH, Martin [é. n.]: 'Bloody Friday' – *Summary of Main Events*. Online: <https://cain.ulster.ac.uk/events/bfriday/sum.htm>
- Report of the Bloody Sunday Inquiry* (2010). Online: [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a74b1fde5274a1985bb00a9/0029\\_viii.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a74b1fde5274a1985bb00a9/0029_viii.pdf)
- RESPERGER István – TÚRI Viktória (2021): *Iszlám Állam Modus Operandi*. Budapest: Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat.
- SULLIVAN, Colleen (1975): *Birmingham Pub Bombing*. Online: <https://www.britannica.com/event/Birmingham-pub-bombing>
- The Day an IRA Bomb Claimed the Life of Lord Mountbatten (2019). *CBC*, 2019. augusztus 23. Online: <https://www.cbc.ca/archives/the-day-an-ira-bomb-claimed-the-life-of-lord-mountbatten-1.5245750>
- The Deadly Hotel Bombing That Margaret Thatcher Survived in 1984 (2019). *CBC*, 2019. október 12. Online: <https://www.cbc.ca/archives/the-deadly-hotel-bombing-that-margaret-thatcher-survived-in-1984-1.5314562>
- Triacetone Triperoxide (TATP): Indicators of Acquisition and Manufacture, and Consideration for Response* (2019). Online: [https://www.dni.gov/files/NCTC/documents/jcat/firstresponderstoolbox/78—NCTC-DHS-FBI—Triacetone-Triperoxide-\(TATP\)-.pdf](https://www.dni.gov/files/NCTC/documents/jcat/firstresponderstoolbox/78—NCTC-DHS-FBI—Triacetone-Triperoxide-(TATP)-.pdf)
- VERESS Gábor – BÁCS Zoltán György (2017): Az észak-írországi terrorizmus: politikai és szakmai útkezesés a fegyveres harctól az integrációig. *Terror és Elhárítás*, (12), 113–167.
- White Paper: The Attacks on Paris: Lesson Learned* (2016). Online: [publicpolicy.pepperdine.edu/hsac/content/hsac-paris-lessonslearned\\_whitepaper.pdf](http://publicpolicy.pepperdine.edu/hsac/content/hsac-paris-lessonslearned_whitepaper.pdf)

## Levéltári források

DEFE 70/1476 – *Operations in Northern Ireland: Control of Explosives and Detonators*

FOI 2017/07605 – *Request for information – intelligence files relating to 21 July 1972- Bloody Friday and list of terrorist incidents*. Online: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a82c7b-fed915d74e6237987/2017-07605.pdf>

Vég Róbert László<sup>1</sup> 

# Forgó dugattyús befecskendezőszivattyúk a harc- és gépjárműtechnikában<sup>2</sup>

## Befecskendező szivattyú tehermentesítő szelep oktatási célú modell kialakítása 3D-nyomtatási technológiával

### Rotary Injection Pumps for Combat and Automotive Applications

#### Design of an Educational Model of an Injection Pump Relief Valve Using 3D Printing Technology

*A dízelmotorok tüzelőanyag-ellátó rendszerének fejlődése során eleinte fontosabb szempont volt a megfelelő motorteljesítmény és megbízható motorüzem, jelenleg viszont elsőbbséget élvez a minél szigorúbb károsanyag-kibocsátási követelményeknek való megfelelés. A befecskendezőszivattyúk sokat fejlődtek, a kezdeti pár száz báros befecskendezési nyomások manapság már akár több ezres értéket is felvehetnek. Napjainkban elterjedtek a közös nyomócsöves, úgynevezett Common Rail rendszerek, és szinte már kiszorultak a hagyományosnak tekinthető soros (forgó dugattyús) befecskendezőrendszerek. A közúti dízelmotoros gépjárműveknél ez valójában így is van, de a katonai gépjárműtechnikában, a tehergépjárműveknél, harcjárműveknél és harckocsiknál még jelentős mennyiségben megtalálhatók a soros rendszerű fecskendezési megoldások. A cikk összefoglalja és ismerteti a tüzelőanyag-ellátó rendszerrel kapcsolatos elvárásokat, a forgó dugattyús befecskendezőrendszerek típusait és szerkezetét, egyes katonai alkalmazását és az oktatást megkönnyítő oktatási makett 3D-nyomtatással történő előállítását.*

<sup>1</sup> Egyetemi docens, Nemzeti Közsolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Haditechnikai Tanszék, e-mail: [vegh.robert@uni-nke.hu](mailto:vegh.robert@uni-nke.hu)

<sup>2</sup> A cikk a TKP2021-NVA-16 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NVA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

**Kulcsszavak:** 3D-nyomatás, befecskendezőszivattyú, szelep, oktatási makett

*While the evolution of the fuel supply system for diesel engines initially focused on engine performance and reliable engine operation, the priority now is to meet the strictest emission requirements. Injection pumps have come a long way in the history of the technology, with initial injection pressures of a few hundred bar now reaching into the thousands. In the current technical era, common rail systems have become common, and the traditional in-line (rotary piston) injection systems have been almost superseded. This is indeed the case for on-road diesel vehicles, but in military automotive technology, trucks, combat vehicles and tanks still use a significant amount of in-line injection. The article summarises and describes the requirements for the fuel supply system, the types and construction of rotary injection systems, some military applications and the production of an educational model to facilitate education by 3D printing.*

**Keywords:** 3D printing, injector pump, valve, educational model

## Bevezetés

A befecskendezőrendszer vizsgálata előtt célszerű áttekinteni a dízelmotor működési elvét és működésének főbb jellemzőit. A négyütemű elv a dízelmotornál is ugyanaz, mint a benzínmotornál, viszont a dízelmotor csak levegőt szív be, amit összesűrít, és ebbe az összesűrített levegőbe fecskendezi be a tüzelőanyagot. A sűrítés következtében a levegő hőmérséklete olyan magas lesz, hogy a befecskendezett tüzelőanyag magától meggyullad. A dízelmotor belső keverékképzésű, mert a tüzelőanyag-levegő keverék csak az égéstérben alakul ki. Az égéstérbe bejutó levegő mennyiségéhez képest változó tüzelőanyag-mennyiség befecskendezése történik a motor különböző üzemállapotaiban, ezért a dízelmotort minőségi szabályozásának nevezük. A dízelmotor teljesítményét egy adott fordulatszámom a befecskendezett ciklusanyag határozza meg. Állandó ciklusadag befecskendezése esetén a külső terhelések változásakor a motor fordulatszáma nem állandó, a külső terhelés csökkenésekor a motor fordulatszáma emelkedik, amely olyan mértékű is lehet, hogy szerkezeti károsodást eredményez a motorban, ennek elkerülésére a motor meghatározott fordulatszámának elérésekor a ciklusadagot csökkenteni kell. A ciklusadagnak a károsanyag-kibocsátás nagyságára is hatása van, mivel a tüzelőanyag mennyiségének növelésével a légfesleleg-tényező<sup>3</sup> csökken, a tökéletes égés feltételei romlanak.

A dízelmotorok fejlesztésében szerepet vállaltak magyar szakemberek, és még ha csekély mértékben is, de a magyar ipar is. A magyar dízeltechnika legkiemelkedőbb és egyben nemzetközileg is elismert alakja volt Jendrassik György (1898–1954). A Ganz-gyárban végezte dízelmotor-fejlesztő tevékenységét, amelynek keretében gyorsjáratú dízelmotorjaihoz saját égésteret, befecskendezőszervezetet és indítási rendszert dolgozott ki.

<sup>3</sup> Légfesleleg: az a szám, amely megmutatja, hogy a hengerben hányszor több a levegő, mint a tüzelőanyag tökéletes elégetéséhez elméletileg szükséges mennyiség.

Befecskendezőrendszerénél rugóerővel történt a befecskendezőszerkezet dugattyújának mozgása, ezáltal a tüzelőanyag befecskendezése gyors és lökészerű volt, ezért nem volt szükség zárt befecskendezőfűvóka alkalmazására. A befecskendezés jellemzői a rugó beállításától függttek, és nem a motor fordulatszámától, ami előnyös volt a motor indításakor és alacsony fordulatszámon.<sup>4</sup> A dízelmotorok befecskendezőszivattyújának gyártásával hazánkban a Gamma Művek foglalkozott, amely a Bosch-rendszerű soros befecskendezőszivattyúkat az 1950-es évektől 1973-ig gyártotta. A gyártott szivattyúk legnagyobb felhasználója a Csepel Autógyár volt. A Gamma-adagoló gyártása nem licencgyártás volt, leginkább a csehszlovák Motorpal gyártmánnyal egyezett meg.<sup>5</sup>

## A befecskendezőrendszerek szabályozási feladatai

A dízelmotor működésének különböző üzemi állapotait különböztetjük meg, amelyekhez a követelményeknek megfelelően más és más üzemanyag-mennyiséget kell biztosítani a tüzelőanyag-ellátó rendszernek. A dízelmotor jellemző üzemi állapotai az indítás, alapjárat és teljes terhelés. A dízelmotor indításakor a motor forgattyús tengelyét fel kell gyorsítani akkora fordulatszámra, ahol a motor képes önmagát gyorsítani az alapjárat fordulatszámig. A tüzelőanyag-ellátó rendszernek már az indítási fordulatszámon megfelelő tüzelőanyagot kell szállítani. Az indításhoz szükséges tüzelőanyag-mennyiség, amely függ a motor adott üzemi állapotától, az üzem közbeni maximális ciklusadagnál nagyobb mennyiségű tüzelőanyag befecskendezését is jelentheti. A motor alapjárata az a legkisebb motorfordulatszám, ahol a motor csak a mechanikai veszteségek legyőzésére fordít munkát, de hasznos teljesítményt nem ad le. A motor alapjáratán és kis fordulatszámú üzeme esetén a motor munkaterében a sűrítési vég hőmérséklet és a sűrítési végnyomás kisebb, mint magasabb fordulatszámon, ezért ezekben az üzemi állapotokban a motor pontosabb befecskendezett ciklusadagot és előbefecskendezési beállítást igényel. A motor teljes terhelésén a tüzelőanyag-ellátó rendszer a motor égésterébe a maximális ciklusadagot fecskendezi be.

Dízelmotor keverékképzésére nagyon rövid idő áll rendelkezésre, ezért csak nagyon pontos működésű befecskendezőszivattyúval lehet teljesíteni a megfelelő motorműködési feltételeket. A befecskendezőszivattyúnak biztosítani kell:

- a motor mindenkor terhelésének megfelelő tüzelőanyag-adag pontos mennyiségét;
- a befecskendezés pontos kezdetét és időtartamát;
- a befecskendezés kezdetéhez szükséges nyomást, valamint ennek hirtelen megszűnését a befecskendezés végén;
- a befecskendezés kezdetének szabályozását a motor fordulatszáma szerint;
- a tüzelőanyag ciklusadag pontos szabályozását a motor terhelésének megfelelően;
- az üresjárat fordulatszám állandóságát;

<sup>4</sup> BÖDÖK 2005: 118–119.

<sup>5</sup> KOVÁTS–NAGYSZOKOLYAI–SZALAI 2005: 18–19.

- a motor megengedett legnagyobb fordulatszámánál a tüzelőanyag ciklusadag befecskendezés megszüntetését, a motor leállítását.<sup>6</sup>

A befecskendezőszivattyúk a gyors tüzelőanyag-befecskendezést és a megfelelő porlasztáshoz szükséges magas nyomást csak dugattyús kialakítással tudják teljesíteni. Soros befecskendezőszivattyúknál minden hengert külön befecskendezőelem lát el tüzelőanyaggal. Az ilyen befecskendezőszivattyúnál a tüzelőanyag-ellátás és a tüzelőanyag-adagolás szabályozása közös, a porlasztók magasnyomású csövekkel csatlakoztathatók a szivattyúhoz. A magas befecskendezési nyomás (akár 600–900 bar) miatt a szivattyúelemeknek jó tömítettséget kell biztosítaniuk. Tömítőelemként gyűrűket nem lehet alkalmazni a gyors kopás miatt, ezért inkább a dugattyú és a henger közötti játékot választják meg nagyon kicsi (1–3  $\mu\text{m}$ ) értékre. A tömítőképességet a dugattyúátmérőhöz viszonyított hosszának növelésével biztosítják.

A dugattyús befecskendezőszivattyú által szállított gázolaj mennyiségét a motor üzeme alatt nulla és egy maximális ciklusadagnagyság között bármekkora értékre be kell tudni állítani. A ciklusadag nagyságának szabályozására kettő alapvető mód alakult ki. Az egyik mód a „változó szívású és teljes ürítésű” szabályozás, ahol a befecskendezőszivattyú a terhelésnek megfelelő ciklusadagot beszívja, és teljes egészében befecskendezi. Ezt nagy lökettérfogatú motoroknál alkalmazzák. A másik mód az „állandó szívású és részleges ürítésű” szabályozás, ahol a befecskendezőszivattyú a ciklusadagnál nagyobb tüzelőanyag-mennyiséget szív be, de ennek csak egy részét fecskendezi be. Ezt a módot alkalmazzák a gépjárműmotoroknál.<sup>7</sup>

A két fő elvi szabályozási megoldás mennyiség szabályozását meg lehet valósítani:

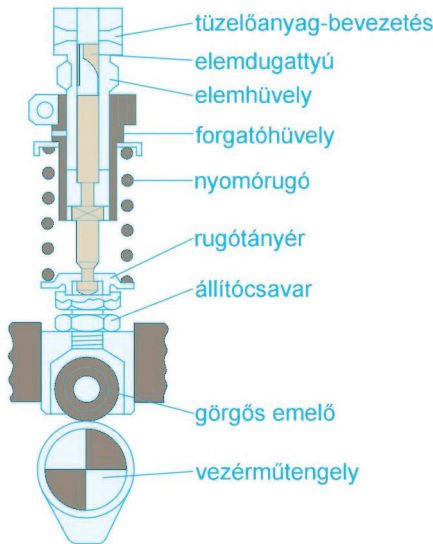
- a hasznos löket megváltoztatásával;
- fojtásos szabályozással;
- a lökethossz megváltoztatásával;
- elektromágneses befecskendezőszelepekkel.

A hasznos löket megváltoztatásának egyik megoldása, amikor az elem dugattyú lökete állandó, de ezen belül a hasznos löket megváltoztatható, ha a gázolajat a nyomótérből visszavezetjük a kisnyomású térbe. A soros Bosch-rendszerű befecskendezőszivattyú dugattyúján kiképzett ferde vezérlőél határozza meg a hasznos löket, ezáltal a befecskendezendő tüzelőanyag nagyságát. A dugattyú löketének csak egy része hasznos löket, ekkor történik a tüzelőanyag befecskendezése, a többi az úgynevezett holtlöklet. A holtlöklet elhelyezkedhet a hasznos löket előtt, után vagy közbeiktatva. Az elem dugattyú alsó holtponthelyzetében a közös tüzelőanyag-csatornából a nyitott töltőfuraton (töltőfuratokon) keresztül a gázolaj a dugattyú fölé, a szivattyúelembe áramlik. A vezértengely bütyke görgős emelőn keresztül mozgatja a dugattyút a felső holtponthelyzetébe, a dugattyú elzárja a beömlő furatot, és megkezdődik a gázolaj szállítása a nyomószelepen keresztül, a magasnyomású csővel a porlasztóba.

<sup>6</sup> JUREK 1961: 591.

<sup>7</sup> DEZSÉNYI–EMŐD–FINICHIU 1992: 596–596.

A Bosch-rendszerű befecskendezőszivattyú felépítése az 1. ábrán látható. Amikor a dugattyú ferde vezérlőlele eléri a beömlő furatot a függőleges hornyon keresztül, a ferde vezérlőlé mentén a gázolaj visszaáramlik a közös tüzelőanyag-csatornába, ezáltal a nyomás lecsökken, és a befecskendezés befejeződik. A hasznos löket és a befecskendezett ciklusadag nagysága a dugattyú elfordításával változtatható meg.<sup>8</sup> A Magyar Honvédségben rendszeresített gépjárművek, például az Unimog 1300 típusú terepjáró tehergépkocsi, a BTR-80 típusú páncélos szállító harcjármű, a T-72 harckocsi vagy pedig a Leopard 2 A4 harckocsi motorjának befecskendezőszivattyúja is a hasznos löket megváltoztatásával oldja meg a befecskendezett tüzelőanyag mennyiségének szabályozását.



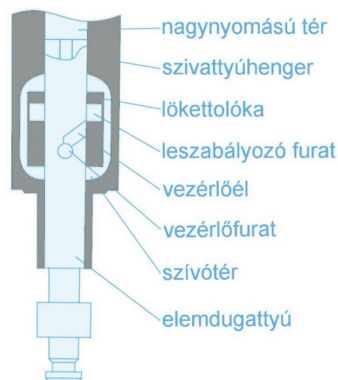
1. ábra: Soros Bosch-rendszerű befecskendezőszivattyú

Forrás: a szerző szerkesztése

A hasznos löket megváltoztatásának másik megoldása az elemdugattyúban kialakított visszafolyófurat szabályozó tolattyú (lökettolóka) általi nyitása és zárása. A tolattyú tengelyirányban elmozdítható, amivel a hasznos löket nagysága és a befecskendezett ciklusadag is beállítható (2. ábra). A befecskendezés kezdetének szabályozása független a befecskendezett mennyiségtől, és a szabályozás csekély erőszükséglettel végrehajtható.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> JUREK 1963: 71.

<sup>9</sup> A dízel-befecskendezés áttekintése 1992: 20



2. ábra: Szivattyúelem szabályozó tolattyúval

Forrás: a szerző szerkesztése

Fojtásos szabályozásnál a szivattyúelem feltöltődésének mértékét lehet fojtás segítségével szabályozni. A belépő gázolaj útjának elzárásával a tüzelőanyag-szállítás megszűnik, ezt hívják nulla szállításnak, a teljes kinyitással pedig a befecskendezőszivattyú a maximális ciklusadagot fogja szállítani. A fojtásos szabályozást főként a radiális dugattyús forgóelosztós befecskendezőszivattyúknál alkalmazzák.

A lökethossz-megváltoztatásos szabályozást ritkábban alkalmazzák, ennél a löket kicsi mértékű megváltoztatásával hozzák létre a maximális ciklusadag módosítását. Jellemző megoldása volt a Ganz–Jendrassik-adagoló, amelyet manapság már nem alkalmaznak.

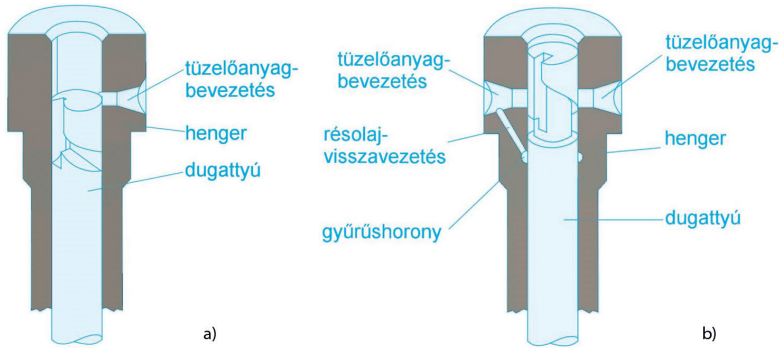
Elektromágneses befecskendezőszelepekkel történő szabályozás esetén a magasnyomású szivattyú a tárolócsőben létrehozza a befecskendezéshez szükséges magas nyomást. Ez a magas nyomás (például 1350 bar) folyamatosan terheli a tárolócsövet, a magasnyomású csöveket és a befecskendezőszelepeket is. A tüzelőanyag befecskendezése csak akkor történik meg, amikor az elektromágneses szelep kinyit, amelyet a központi vezérlőegység irányít. A befecskendezett tüzelőanyag mennyisége a nyomástól és a befecskendezőszelep nyitvatartási idejétől függ. Ezt a megoldást alkalmazzák a közös tárolócsöves Common Rail rendszereknél.<sup>10</sup>

## Forgó dugattyús befecskendezőszivattyúk

A soros befecskendezőszivattyúnál a befecskendeződugattyú (elemdugattyú) a szivattyúhengerrel együtt alkotja a szivattyúelemet. A tüzelőanyag bevezetésére a közös tüzelőanyag-csatornából a szivattyúhengeren egy vagy két furat található (3. ábra).

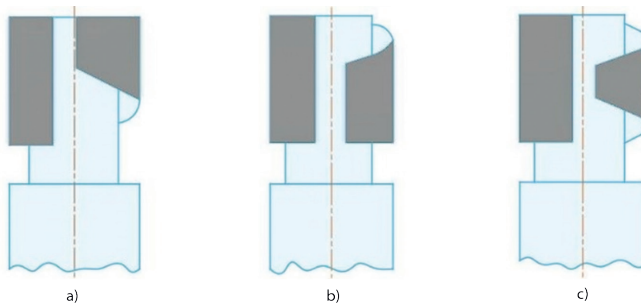
<sup>10</sup> Common Rail befecskendezőrendszerek 2004: 4–7.





3. ábra: Egy- és kétfuratos szivattyúelem  
 Forrás: a szerző szerkesztése

Az elem dugattyún többféle vezérlőél-kialakítást alkalmazhatnak. Amennyiben a ferde vezérlőél a dugattyú alsó részén található, akkor a befecskendezés kezdete állandó, de a befecskendezés vége a terheléstől függően változik. Ezt a megoldást alkalmazzák többnyire gépjárműmotoroknál, kiegészítve egy centrifugális előbefecskendezés-szabályozóval (4a. ábra) 600 baros befecskendezési nyomásig elegendő egy vezérlőél alkalmazása, ennél nagyobb nyomásnál kettő egymással szemben levő vezérlőéllal ellátott dugattyúkialakítást kell használni. Így a befecskendezési nyomás a dugattyút nem nyomja a henger falához, ami kiküszöböli a berágódását. Felül elhelyezett vezérlőél-kialakítással a befecskendezés kezdete lesz változó (4b. ábra). Annál a dugattyúnál, ahol az alsó vezérlőélen kívül felső vezérlőél is található, a tüzelőanyag-szállítás kezdete a terhelés függvényében változtatható. Hajómotoroknál jól alkalmazható megoldás, ahol a terhelés pontosan meghatározza a szállítás kezdetének igényét (4c. ábra).

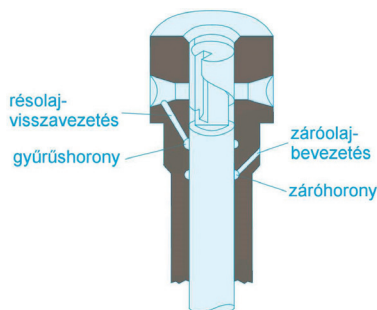


4. ábra: Különböző vezérlőél-kialakítású befecskendeződugattyúk  
 Forrás: a szerző szerkesztése

A befecskendezőszivattyú rendelkezhet önálló kenőrendszerrel, vagy pedig beköthetik a motor kenőrendszerébe, az utóbbi esetben a dugattyú mellett átszivárgó tüzelőanyag a motor kenőolaját felhígíthatja. Ennek elkerülésére résolaj-visszavezetéssel látják el a szivattyúelemet a közös tüzelőanyag-csatorna felé, vagyis a szivattyúelemet gyűrűs horonnyal látják el, amelyet

egy furaton keresztül a befecskendezőszivattyú közös tüzelőanyag-csatornájával kötnek össze. A dugattyú mellett átszivárgó tüzelőanyag a gyűrűs horonyban összegyűlik, nyomása lecsökken és visszafolyik a tápcsatornába (3b. ábra).

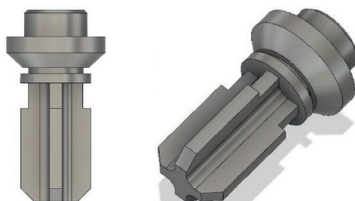
Kis viszkozitású alternatív tüzelőanyag használata esetén a szivattyúelemeket résolajjelzővel egészítik ki, a résolajvesztések csökkentése érdekében. A szivattyúhüvelyt kettő gyűrűhoronnyal látják el, amiből a felső egy furaton keresztül összeköttetésben áll a szivattyú szívóterével, ez biztosítja a szivattyúelem résolaj-visszavezetését. Az alsó horonyba a bevezető furaton keresztül a motor kenőrendszeréből nyomás alatt motorolajat vezetnek be, ez az úgynevezett zárófoladék. Üzemi fordulatszámon a horonyban levő olajnyomás magasabb, mint a tüzelőanyag-nyomás a szívóterben, ezért a szivattyúelem tömített lesz (5. ábra).



5. ábra: Szivattyúelem alternatív tüzelőanyag-használatához

Forrás: a szerző szerkesztése

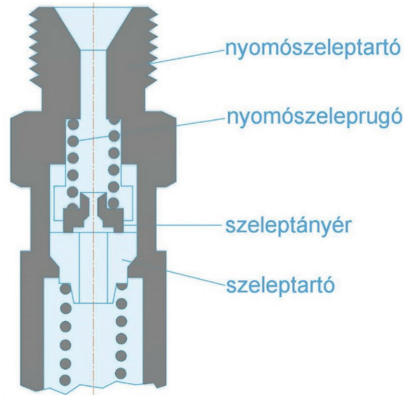
Az adagoló elem által szállított tüzelőanyag a nyomószelepen keresztül a nyomócső segítségével jut el a porlasztóba. A nyomószelep feladata, hogy a nyomócsövet tehermentesítse és egy adott nyomást fenntartsen benne, valamint elválassza a befecskendezőszivattyú nagy nyomású terétől. A tehermentesítés a porlasztó gyors zárását biztosítja, és megakadályozza a tüzelőanyag utáncsepegését. A nyomószelep lehet állandó térfogatú szelep-visszaáramlás fojtó nélkül, állandó térfogatú szelep-visszaáramlás fojtóval és állandó nyomású szelep. A visszaáramlás fojtó nélküli állandó térfogatú szelep szárának egy részét tehermentesítő dugattyúként képezik ki, amely az adagoló elem szállításának befejezése után rugóerő hatására a szelepvezetőbe záródik vissza (6. ábra). Mivel a nyomócsőben a térfogat a tehermentesítő dugattyú lökettérfogatával megnő, ezért a nyomás a csőben lecsökken, vagyis létrejön a tehermentesítés.



6. ábra: Állandó térfogatú tehermentesítő szelep

Forrás: a szerző szerkesztése

Az állandó térfogatú szelephez kiegészítésként visszaáramlás-fojtót is lehet kapcsolni, amely károsodást nem okozó szintre csökkenti a fúvóka záródásakor keletkező visszafutó nyomáshullámokat. A visszaáramlás-fojtó az állandó térfogatú szelep és a porlasztó között található (7. ábra). A szeleptestben található furat szállítási helyzetben kinyit, ekkor nincs fojtás, a tüzelőanyag-szállítás végén a szeleprugó a szelepet visszanyomja a szeleplésre, ezért a tüzelőanyagnak a fojtáson kell visszafolynia, ami lecsillapítja a nyomáshullámokat.



7. ábra: Állandó térfogatú tehermentesítő szelep visszaáramlás-fojtóval  
Forrás: a szerző szerkesztése

Nagy befecskendezési nyomású szivattyúkhöz alkalmazzák az állandó nyomású szelepet, amely egy szállítási irányú áteresztő és egy visszaáramlás-irányú nyomástartó szelepből áll. Előnye, hogy jobb hidraulikus stabilitást nyújt, valamint megakadályozza a kavitációt.<sup>11</sup>

A különböző dízelmotorokhoz, a széles körű követelményeknek megfelelően, más típusú és nagyságú befecskendezőszivattyúkat alkalmaznak. A soros befecskendezőszivattyúk alkalmazási területe sokrétű, többnyire tehergépkocsikon és autóbuszokon alkalmazzák, de megtalálhatók személygépkocsikban, mezőgazdasági gépekben, áramfejlesztő aggregátorokban, hajómotorokban és nem utolsósorban harcjárművekben és harckocsikban is. A soros befecskendezőszivattyúknak két eltérő változata van, az „M” és „A” szivattyúk, valamint az „MW” és „P” szivattyúk.

Az „M” típusú befecskendezőszivattyú a sorozat legkisebb típusa, amelynek csúcnyomása maximum 400 bar. A szivattyút karimás kötéssel rögzítik a belső égésű motorra, nyitott kivitelű, oldalról fedéllel borított kialakítású. A fedél eltávolítása után a szivattyúelemek által szállított tüzelőanyag-mennyiség beállítható.

Az „A” típusú soros befecskendezőszivattyú csúcnyomása 600 bar, amely könnyűfémháza karimás vagy teknőrrögzítéssel van a belső égésű motorhoz rögzítve. A szivattyú nyitott kialakítású, az elemhüvelyt felülről illesztik az alumíniumháza. A szabályozórúd fogasléc kialakítású, amely oldalirányú elmozdításával lehet a ciklusadagot változtatni. A befecskendezőszivattyút legfeljebb 12 hengeres kivitelben készítik, és többféle tüzelőanyag felhasználására alkalmas.

<sup>11</sup> Soros dízelbefecskendezőszivattyúk 1996: 6–7.

Az „MW” típusú befecskendezőszivattyú zárt kialakítású, csúcsnyomása 900 bar. Legjellemzőbb különbsége az elemcsoport, amelyet a szivattyúházon kívül szerelnek össze, majd felülről helyezik a szivattyúházba, ezáltal egy zárt szivattyúház kialakításra nyílik lehetőség, amelyen nincs szükség oldalfedélre. A szivattyúházat a tömítőerők nem terhelik, ezért nagyobb befecskendezési nyomás előállítására alkalmas. A szivattyú a motorhoz lapos, karimás vagy teknőrogzítéssel szerelhető. Legfeljebb nyolchengeres motorokhoz készítik, és csak gázolaj szállítására alkalmas, amit a motor kenőrendszerébe kötnek.

A „P” típusú soros befecskendezőszivattyúkat magasabb befecskendezési nyomásokhoz alakították ki. A 850 bar maximális csúcsnyomású szivattyúnál az elemhüvely karimás perselyben található. A „P” szivattyúnál a tömítést biztosító erők a házat nem terhelik. A szivattyút legfeljebb 12 hengeres kivitelben készítik, és alkalmas gázolaj mellett egyéb alternatív tüzelőanyag felhasználására is.<sup>12</sup>

Soros hengerelrendezésű motoroknál a befecskendezőszivattyú a motor oldalára van szerelve, meghajtását a vezérműtengelyről vagy közvetlenül a forgattyústengelyről kapja fogaskerekeken keresztül. Az Unimog 1300 típusú terepjáró tehergépkocsinál a hathengeres soros befecskendezőszivattyú a motor jobb oldalára van szerelve.<sup>13</sup> A befecskendezőszivattyú a meghajtását az előbefecskendezés-szabályozón keresztül a vezérműtengelyről kapja, kenését a motor kenőrendszere biztosítja. A befecskendezőszivattyúba épített fordulatszám-szabályozó a szivattyúval egy egységet képez.

V hengerelrendezésű motornál a befecskendezőszivattyú elhelyezkedhet a forgattyúház két oldalán (8a. ábra), vagy pedig a két hengersor között. A két hengersor között elhelyezett befecskendezőszivattyú lehet V kialakítású (8b. ábra) vagy soros (8c. ábra).

A BTB-80 típusú páncélozott szállító harcjármű motorja „V” hengerelrendezésű 8 hengeres, ahol a „V” kialakítású befecskendezőszivattyú a motor két hengersora között helyezkedik el. A befecskendezőszivattyú a motor kenőrendszerébe van kötve, így a gázolajjal nem érintkező mozgó elemeinek kenését a motor kenőrendszere biztosítja.<sup>14</sup>

A Leopard 2 A4 típusú harckocsi 12 hengeres „V” hengerelrendezésű motorjának befecskendezőszivattyúja „V” kialakítású, amely a belső égésű motor két hengersora között található. A befecskendezőszivattyú vezérműtengelyét egy centrifugális előbefecskendezés-szabályozón keresztül hajtja meg a belső égésű motor. Fordulatszám-szabályozás csak alapjáraton és a maximális fordulatszámon történik, a kettő közötti fordulatszámon a befecskendezési mennyiség szabályozása a gázpedállal történik.

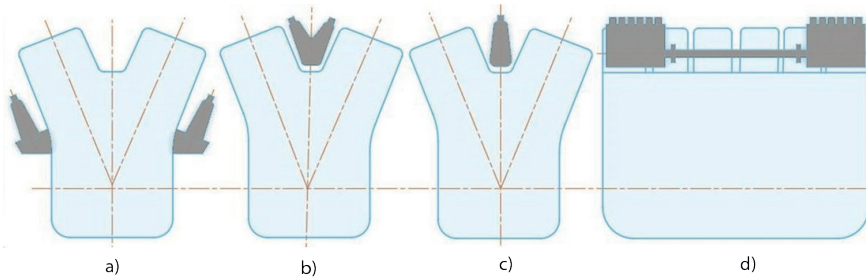
A 8d. ábrán látható megoldásnál az egyik szivattyú szabad tengelyvégéről van meghajtva a második szivattyú. Nem gyakori megoldás, de a padló alatti motorelrendezésnél még alkalmazható. Hátránya, hogy a kettős befecskendezőszivattyú vezérműtengely, valamint a tengelykapcsoló rugalmassága miatt periodikus lengések keletkezhetnek, amik törést okozhatnak.<sup>15</sup>

<sup>12</sup> PE és PF típusú (soros) dízelbefecskendezőszivattyúk 1993: 21–23.

<sup>13</sup> Kézikönyv. Mercedes Benz U 1300 L TCK technikai szolgálati előírásai 2003: 59–60.

<sup>14</sup> A BTR-80 páncélozott szállító harcjármű műszaki leírása és igénybevételi szakutasítása 1994: 287–288.

<sup>15</sup> KOVÁCSHÁZY 1968: 262–263.



8. ábra: Befecskendezőszivattyú elhelyezési módjai V-motoron

Forrás: a szerző szerkesztése

A soros befecskendezőszivattyú alkalmas lehet metanol, etanol és bio-tüzelőanyag (például repceolaj-metilészter) szállítására is. Metanol és etanol esetén különleges tömítéseket és kenőolajat kell használni, védeni kell az alkohol által benedvesített felületeket, valamint rozsdamentes acélból kell a rugókat készíteni. Az egyenértékű energiamennyiség érdekében metanoból 2,3-szor, etanoból 1,7-szer annyi tüzelőanyag kell, mint gázolajból. Repceolaj-metilészter használata esetében nem kell semmilyen jelentősebb nehézséggel számolni.

A forgó dugattyús befecskendezőszivattyú oktatása alapvetően megoldott, mivel nagyon sok tananyag, oktató videó áll rendelkezésre, ez persze köszönhető annak is, hogy ezek a rendszerek már több tíz éve alkalmazásban vannak mind a közúti, mind a Magyar Honvédség gépjárműállományában. A gyakorlati foglalkozás végrehajtásához a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Haditechnikai Tanszéke rendelkezik komplett járművekkel (például: Unimog 1300 típusú terepjáró tehergépkocsi), oktató tanalvással (például: BTR-80) vagy pedig külön befecskendezőrendszer-elemekkel, köztük forgó dugattyús befecskendezőszivattyúval is. Az oktatás során nehézségként jelentkezik, hogy a forgó dugattyús befecskendezőszivattyúban található tehermentesítő szelep olyan kicsi méretű, hogy a bemutatás során alig látszik belőle valami (még a T-72 típusú harckocsi motorjának tehermentesítő szelepe is túlságosan kicsi a jó láthatóságához).

Mivel a Haditechnikai Tanszék rendelkezik 3D-nyomtatókkal, amelyekkel műanyag, szálerezősítéses műanyag és fém alkatrészek nyomtatását is végre lehet hajtani, ezért lehetőségként adódott, hogy ezen technológiákat felhasználjam egy oktatást segítő makett előállítására.

A 3D-nyomtatás ma már számos technológiai megoldást és az alapanyagok egyre bővülő választékát kínálja, számtalan beállítási lehetőség mellett, amelyek közül a felhasználó a készítenő eszköz elvárt fizikai tulajdonságaihoz igazítva választhatja ki a megfelelő megoldásokat, legyen szó akár polgári, akár katonai alkalmazásokról, prototípus, működő makett (például bolygóműves sebességváltó<sup>16</sup>) vagy alkatrészek, termékek legyártásáról.<sup>17</sup>

Az oktatási makett előállításához elegendőnek találtam a műanyagból történő kialakítást, ezen belül alapanyagként a PLA-t (polylactic acid, vagyis politejsav) használtam fel. A PLA jó UV-állósággal és rétegtapadással rendelkező merev és erős műanyag, amely tulajdonságai

<sup>16</sup> GYARMATI–HEGEDŰS–GÁVAY 2022: 126.

<sup>17</sup> GÁL–NÉMETH 2019.

miatt megfelelő egy oktatási makett előállítására.<sup>18</sup> Mellesleg a PLA mint elterjedt polimer a 3D-nyomatásban, alkalmazhatósága több esetben kérdéses lehet a katonai területen (vegyszerállóság kérdései stb.), de például robbantástechnikai alkatrészek<sup>19</sup> készítésére és oktatási anyagok gyártására ideális és költséghatékony választás. Nem véletlen, hogy például robbanótestek töltetházának méretezésével, illetve a 3D-nyomatás termékeinek alkalmazhatóságával napjainkban is több kísérletet végeznek mind katonai, mind bináris robbanóanyagok vonatkozásában.<sup>20</sup>

Az oktatási makett megtervezése és a modell megrajzolása az AutoDesk Fusion 360 3D-szoftver segítségével történt, amely szintén rendelkezésre áll a Haditechnikai Tanszéken (9. ábra). A felhőalapú program előnye, hogy a modellalkotás nem kötődik egyetlen számítógéphez, és internetkapcsolat esetén a munka bárhol végezhető, vagyis akár műveleti területen is lehetőség van adott alkatrész megtervezésére,<sup>21</sup> illetve már a műveleti területen történő nyomtatás kérdése is napirenden van.<sup>22</sup> A makett elemeinek nyomtatási beállításai Cura 5.2.1 szeletelő szoftverrel történtek, ahol az alapbeállítások célszerű módosításával, több különféle orientációban, változó kitöltési tényező mellett történtek a nyomtatások. A nyomtatások Ultimaker S3 3D-nyomatóval történtek Ultimaker Tough PLA filamentből 0,1 mm-es nyomtatási rétegfelbontással. A nyomtató alkalmas két különböző filamentszál adagolására és extrudálására, amelyből célszerűen az egyik az alapanyag, a másik pedig a támaszanyag. Támaszanyagként alkalmazható PVA (polivinil-alkohol), ami vízdoldható filamentszál, s a kész nyomtatott termékről víz segítségével könnyen és sérülésmentesen eltávolítható. A maketten azokat az elemeket, ahol támasz alkalmazása szükséges (például: rugóház és nyomószelep), vízdoldható támasszal nyomtattam. Az egybefüggő nyomtatási idő, valamint a könnyebb nyomtatási orientáció miatt a legnagyobb alkatrészt, a rugóházat két részben nyomtattam és ragasztással egyesítettem. A tehermentesítő szelepház bepattanó kötéssel rögzítődik a rugóházhoz, amely megkönnyíti az oktatási makett szét- és összeszerelését, ezáltal az egyes alkatrészek külön-külön is tanulmányozhatók. A bepattanó kötés esetében a nyomtatási orientáció és a nyomtatás kitöltési tényezőjének meghatározása fontos szempont volt. A szelepház nyomtatása célszerűen talpára állítva történt volna, mert ebben a helyzetben a legjobb a forgástest nyomtatása, ekkor tartja a legjobban a pontos geometriát, és a legkevesebb támasztékra is ekkor lenne szükség. Talpára állított helyzetben történő próbanyomtatás eredményeként mind a részleges kitöltés, mind a teljes kitöltés esetén a bepattanó kötés karja olyan gyenge szilárdsággal rendelkezett, hogy már a támaszték eltávolítása során megsérült, és tényleges kötésellenőrzést sem lehetett megvalósítani vele. A tehermentesítő szelepházát PLA alapanyagból ferde helyzetben nyomtattam saját anyagos alátámasztás alkalmazásával, 100%-os kitöltési tényező mellett. A kész elemről az alátámasztás könnyen eltávolítható volt, és a geometria mérete és formája elfogadható minőségű volt. Csekély utólagos megmunkálásra

---

<sup>18</sup> KOVÁCS 2023.

<sup>19</sup> ÁDÁM–EMBER 2022a: 105–110; ÁDÁM–EMBER 2022b: 40–44.

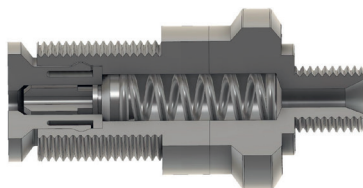
<sup>20</sup> DARUKA 2023: 18.

<sup>21</sup> GÁVAY 2023: 217.

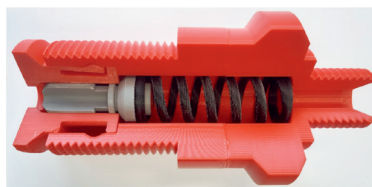
<sup>22</sup> VÉGVÁRI 2023: 181.

volt szükség, a kimetszés két oldalát kellett megcsiszolni,<sup>23</sup> aminek nem funkcionális, hanem inkább esztétikai jelentősége volt.

A rugó nyomtatását több alapanyagból valósítottam meg, egyrészt Ultimaker S3 3D-nyomtatóval Ultimaker Tough PLA filamentből, valamint Markforged Onyx Pro kompozit nyomtatóval Onyx alapanyagból, ahol a mikroszén-szál-erősítés az Onyx alapanyag szilárdságát tovább növeli.<sup>24</sup> Nyomatási orientációt tekintve a fektetett helyzetű nyomtatás során a rugószemek azonnal elpattantak, az állítva történő nyomtatásnál viszont a rugó viselkedése egy fémrugóéhoz hasonló. Az anyag megválasztása és a nyomtatási paraméterek pontos meghatározása kulcsfontosságú az alkatrészek megfelelő minőségének elérése és a technológia tulajdonságából adódó hibák elkerülése érdekében.<sup>25</sup> A 10. ábrán látható összeszerelt oktatási makettbe az Onyx anyaggal nyomtatott rugót szereltem be.



9. ábra: Tehermentesítő szelep oktatási makettjének számítógépes modellje  
Forrás: a szerző szerkesztése



10. ábra: Tehermentesítő szelep oktatási makettjének 3D-nyomatással előállított modellje  
Forrás: a szerző szerkesztése

## Összefoglalás

A jelen kor dízelüzemű gépjárműveinél egyre nagyobb mértékben terjednek a Common Rail befecskendezési rendszerek, ugyanakkor a haditechnikában és ezen belül a Magyar Honvédség harc- és gépjárműtechnikájában még jelen vannak a soros típusú, forgó dugattyús befecskendezési rendszerek is. A cikk összefoglalta a befecskendezési rendszerek szabályozási feladatait, valamint a forgó dugattyús befecskendezőszivattyúk felépítését, működését és főbb jellemzőit. A cikk bemutatta egy oktatást segítő makett (tehermentesítő szelep) 3D-nyomatási technológiával történő előállítási lehetőségét.

<sup>23</sup> ZENTAY–HEGEDŰS–VÉGVÁRI 2023b: 58.

<sup>24</sup> HEGEDŰS 2023: 62–66.

<sup>25</sup> ZENTAY–HEGEDŰS–VÉGVÁRI 2023a: 49–55.

## Felhasznált irodalom

- A BTR–80 páncélozott szállító harcjármű műszaki leírása és igénybevételi szakutasítása (1994). I. kötet. [H. n.]: MH.
- A dízel-befecskendezés áttekintése (1992). Budapest: OMIKK.
- ÁDÁM Balázs – EMBER István (2022a): Béléstestek készítésének technikai lehetőségei alacsony sűrűségű anyagból. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(4), 101–111. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.3.6>
- ÁDÁM Balázs – EMBER István (2022b): Kumulatív töltetházak 3D nyomtatása. *Hadmérnök*, 17(3), 35–44. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2022.3.2>
- BÖDŐK Zsigmond (2005): *Magyar feltalálók a közlekedés történetében*. Dunaszerdahely: Nap.
- Common Rail befecskendezőrendszerek* (2004). Budapest: Halmaz Kft.
- DARUKA Norbert (2023): Érzéketlen robbanóanyagok I. – Célkeresztben a TNT és a Composit B kiváltása. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(2), 5–21. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.2.1>
- DEZSÉNYI György – EMŐD István – FINICHIU Líviu (1992): *Belsőégésű motorok tervezése és vizsgálata*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- JUREK Aurél (1963): *Automobilok*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- KOVÁTS Miklós – NAGYSZOKOLYAI Iván – SZALAI László (2005): *Dízel befecskendezőrendszerek*. Budapest: Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft.
- GÁL Bence – NÉMETH András (2019): Additív gyártástechnológiák katonai alkalmazásának vizsgálata, különös tekintettel a katonai elektronika területére. *Hadmérnök*, 14(1), 231–249. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.1.19>
- GÁVAY György Viktor (2023): Logisztikai járművek alkatrészpótlása 3D nyomtatási technológia alkalmazásával. *Katonai Logisztika*, 31(3–4), 208–232. Online: <https://doi.org/10.30583/2023-3-4-208>
- GYARMATI József – HEGEDŰS Ernő – GÁVAY György (2022): Automata sebességváltóban alkalmazott kapcsolt bolygóművek – Wilson-váltó. Harckocsi-sebességváltó modell kialakítása 3D nyomtatással oktatási célból. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(3), 113–126. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.3.7>
- HEGEDŰS Ernő (2023): Szálerősítéses anyagok 3D-s nyomtatásának hadiipari alkalmazási lehetőségei. I. rész. *Haditechnika*, 57(4), 62–66. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.57.4.12>
- JUREK Aurél (1961): *Belsőégésű motorok*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- Kézikönyv. Mercedes Benz U 1300 L TKG technikai szolgálati előírásai* (2003). Nytszám: 5/375. [H. n.]: Magyar Honvédség Páncélos- és Gépjárműtechnikai Szolgálatfőnökség.
- KOVÁCS Zoltán (2023): 3D nyomtatás és felhasználása a katonai robbantástechnika oktatásában. In DARUKA Norbert – EMBER István – KOVÁCS Zoltán Tibor (szerk.): *II. Fúrás-Robbantástechnika nemzetközi szimpózium különkiadás*. Budapest: Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 94–103.
- KOVÁCSHÁZY Ernő (1968): *Nehéz diesel-motorok*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- PE és PF típusú (soros) dízelbefecskendezőszivattyúk* (1993). Budapest: OMIKK.
- Soros dízelbefecskendezőszivattyúk* (1996). Budapest: OMIKK.
- VÉGVÁRI Zsolt (2023): A 3D nyomtatás felhasználási lehetőségei a műveleti logisztikában. *Katonai Logisztika*, 31(1–2), 177–198. Online: <https://doi.org/10.30583/2023-1-2-177>
- ZENTAY Péter – HEGEDŰS Ernő – VÉGVÁRI Zsolt (2023a): A 3D nyomtatás és katonai alkalmazásának lehetőségei. II. rész. 3D-s nyomtatott alkatrészek mechanikai tulajdonságai minőségjavításának lehetőségei. *Haditechnika*, 57(1), 49–55. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.57.1.09>
- ZENTAY Péter – HEGEDŰS Ernő – VÉGVÁRI Zsolt (2023b): A 3D-s nyomtatás és katonai alkalmazásának lehetőségei. III. rész. A gyártási hibák hatásának mérséklése, hibakiküszöbölési megoldások. *Haditechnika*, 57(2), 57–62. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.57.2.11>



Norbert Daruka,<sup>1</sup>  Lóránd Kugyela<sup>2</sup> 

# Explosive Ordnance Detection in Areas Designated for Mining

*Nowadays, mining is becoming increasingly valued, as mines of various types provide a large part of the raw materials needed for construction. In order to ensure a continuous supply of extraction and raw materials, new areas need to be identified and opened up. However, some of these new areas may contain security risks such as explosive remnants of war. If we look back to the events of the World War II, there was perhaps no area in Europe that was not affected by the preparation or execution of some act of war. The warring parties deployed a full arsenal of weapons, some of which still pose a threat today. The various types of bombs, mines, projectiles and grenades were only partially operational. Explosive devices that were simply left behind or unexploded were buried beneath the surface, and continue to pose a growing threat to this day (almost eight decades later). The dismantling and disposal of the left-behind and often very poorly recovered explosive devices has been ongoing ever since. The problems of finding explosive devices and munitions tend to occur in areas where there has been no previous investment, construction or earthworks. Our aim is to illustrate the possibilities that mine operators can apply when a similar problem arises when opening a new area.*

**Keywords:** explosive device, area clearance, reconnaissance, mining

## Introduction

It is perhaps not surprising that, apart from the essential materials for life, the most important material for the continued maintenance of development is stone. I was surprised to hear this from the president of a European association at an international conference. If you think about it, everything that surrounds us and serves our development is made of stone, concrete and other materials related to mining. The man-made materials are also produced in some kind

---

<sup>1</sup> Explosives Engineer, e-mail: [daruka.norbi@gmail.com](mailto:daruka.norbi@gmail.com)

<sup>2</sup> Explosives Engineer, e-mail: [kugyela.lorand@gmail.com](mailto:kugyela.lorand@gmail.com)

of building, transported by road networks to their destination or place of use, so they are also indirectly linked to this economic sector and this activity. Mining is therefore a fundamental part of our lives and our daily lives.

Unfortunately, there have been, and perhaps will continue to be, periods in history that have not been favourable to this activity, but the extraction of minerals has been and will continue to be necessary for development. This was the case during the period of the World War II, when the opposing sides did not consider the impact of trying to use the explosive devices at their disposal in the most effective way to carry out their military operations. Military operations in these times required the acceleration of military industrial production and the production of expendable war materials (such as explosive devices) in the largest possible quantities. This process, of course, could only be maintained if the quality requirements were slightly lowered. This means that in the production of explosives, for example, the main criteria were not that they should retain their properties for decades or be storable for long periods. The aim was to be able to cope with military operations in the weeks and months to come.

The materials used, and not only the explosives, ensured this at the time, but the acceleration of the manufacturing and production processes has significantly reduced the reliability of the materials and equipment. If we look at the mortar shell, for example, we can see that not only its design, but also the way in which it was filled with explosives left something to be desired. In many cases, air gaps in the explosive material may have been left during the loading of the shell, and there were also minor failures in the firing mechanisms. I do not have any information on which type of explosive device is most frequently found as a remnant of war in European countries, but it is certain that in Hungary it is the 82 mm Russian mortar shell.<sup>3</sup>



Figure 1–2: 82 mm Soviet shrapnel mortar shell engraving

Source: photograph of the authors

<sup>3</sup> KOVÁCS–EMBER 2023: 197–200.

- Original or abbreviated designation: O-832
- Characteristics: soviet shrapnel mine grenade, drop-shaped, with screw-in stabiliser, 6 wings with centring notches and spare charge breakthroughs, 4 compression grooves, 3/3 × 3 flame arrestor holes
- Weight: 3.26 kg
- Bullet body: Cast iron
- External dimensions (with igniter): 279 × 82 mm
- Weight of explosive material: 0.43 kg
- Type of explosive material: AT-90<sup>4</sup> or TD-42<sup>5</sup>
- Armour piercing capacity: 100 mm
- Maximum Effective Range: 3180 m;<sup>6</sup> 4255 m<sup>7</sup>

The shrapnel-cumulative mortar grenade is designed to engage and destroy armoured targets, concrete fortifications, weakly covered and uncovered live forces. The shrapnel-cumulative mine grenade is equipped with a cumulative liner cone, a gas pressure-operated mechanical bottom fuse, high-explosive pressed bodies (hexogen, nitro-penta based) and a flexible ballistic tip to aid in elevation and cumulative operation.

The mortar is a short-barrelled, low gas pressure, usually muzzle-loading, indirect-fire gun that fires its projectile, the mortar shell, at a low initial velocity on a high ballistic projectile trajectory, which strikes at short range compared to the projectile of a cannon or a mortar. It belongs to the category of barrel firearms and was first developed at the end of the 19<sup>th</sup> century, making it one of the youngest artillery weapons. Its main feature is the length of the barrel, which is less than 15 times the diameter of the barrel, i.e. less than 15 times the length of the space. Because of its design, the mortar fires only with an overhead group of angles, making it ideal for engaging targets behind terrain, obstacles or structures.

Its ease of handling and rapid deployment made it popular during World War II. It is no coincidence that mortar rounds are usually found in large quantities during a demining operation.

The other device may not be as common as a mortar shell, but all media outlets report when a bomb is found. It should be noted that the term bomb itself is often misused in the media.

The bomb is the Air Force's most powerful weapon designed to destroy enemy objects and units, to damage, destroy targets, or to remove, overcome or damage obstacles, but it can also be used for area protection and to create fear or confusion. Therefore, any munition that is used for the intended purpose from an aircraft can be called a bomb.

With the development of technology and the constant demands and limits of weaponisation, many types and functions of bombs have been designed and developed. With regard to other military explosive devices, it can be said, and here I am referring primarily to artillery devices, that the design and sizing of the bomb was based only on the impact and the desired

<sup>4</sup> Alloy of TNT and ammonium nitrate.

<sup>5</sup> Mixture of TNT and dinitro-naphthalene.

<sup>6</sup> With full variable charges.

<sup>7</sup> With long range charge.

destruction rate, since there was no need to maintain the parameters resulting from the high stresses and strains that would occur during launching and firing.

The latest technical tool of warfare, still used in today's conflicts, is the use of unmanned aerial vehicles to drop small explosive devices on live forces or armoured vehicles. Most of these IEDs are low-budget, home-made and, due to manufacturing inaccuracies, may fail after deployment.<sup>8</sup>

Consequently, there was no need for large wall<sup>9</sup> thicknesses and the resulting volume could be filled with explosives. For example, a bomb and an artillery shell of the same weight could have a charge several times greater than the charge of the other shell. Since the amount of energy released during the explosion is directly proportional to the weight of the explosive, a bomb of the same weight will cause more destruction than an artillery shell.<sup>10</sup>

The weight of a bomb is determined primarily by the destructive effect it creates, the nature of the task and the transportability of the equipment. Based on their mass, the following devices can be distinguished:

- small bomb – total mass between 1 and 100 kilograms
- medium bomb – total mass between 100 and 500 kilograms
- heavy bomb – total mass between 500 and 2,000 kilograms
- giant bomb – total mass between 2,000 and 15,000 kilograms

Small and medium bombs include almost all special bombs, while medium, heavy and giant bombs include mainly destructive bombs. The weight given for the designation of bombs is only an approximate value, the actual value may vary by up to 10–15%. The inaccuracy of bomb weights is due to the different units of measurement, since the manufacturing countries do not designate the explosive bodies in the same units.<sup>11</sup>

In the case of bombs, we distinguish between the bomb body, the charge and the fuse as the main components, but the wing and the suspension eye are also important elements of these explosive devices.

- Bomb body: its external shape is determined by the laws of aerodynamics and the conditions of mass production. The bomb body can be divided into three main parts: the head, the midsection and the bottom. The head section, at the opposite end of the bomb from the wing, is where the nose cone and, in some types, the front hanger eye are located. The next part of the bomb body is the midsection, or cylindrical bomb casing, and this area contains the side fuse and the suspension eye(s) of some types of bombs. The cylindrical bomb casing is closed by the bomb's butt or butt section. This area contains the bottom fuse, the bottom bolt for charging and the fittings for connecting the guide vane.

<sup>8</sup> PETŐ 2014: 108–109; PETŐ 2016: 155–156; PETŐ 2017: 59–60.

<sup>9</sup> Exceptions to this claim are SAP (Semi Armour-Piercing) and AP (Armour-Piercing) bombs, which by their very function require a large wall thickness to achieve target penetration.

<sup>10</sup> DARUKA 2014: 69.

<sup>11</sup> DARUKA–CSURGÓ 2017: 50.

- Bomb fuse: the material filling the internal cavity of the bomb body, which may be an explosive in the sense of its function, or, in special bombs, an incendiary, illuminating, fog, gas or other material corresponding to the function of the bomb. In most cases, the charge is trinitrotoluene or trinitrotoluene mixed with ammonium nitrate ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) (provided trotyl) 20–60 wt% TNT to 80–40 wt% ammonium nitrate. It is labelled with the indication of the substance: 60T/40An. 60T/40An is processed by casting, while 20T/80An remains granular and can only be shaped by pressing or tamping. It is coated with asphalt varnish or shellac before being placed in the bomb body because it reacts with the metals in direct contact. The part of the charge in contact with air during assembly is insulated against moisture by a layer of paraffin or TNT. The effect of stretched trotyl is not much worse than that of homogeneous trotyl. In some cases, nitro starch has been used as a substitute for trotyl. Its explosive power is almost identical to that of trotyl. It is a yellow, greenish-grey or greenish substance, sensitive only to sudden increases in temperature. Care must be taken to keep the temperature below 35 °C for bombs containing nitro-starch.
- A bomb initiating or firing device: a device which, at a predetermined time or place, causes an explosive to detonate in the course of its operation. The detonating device initiates the detonation of the explosive placed in the bomb, and is therefore the most important and sensitive part of the bomb. According to their use in bombs, bomb fuses are distinguished into head fuses, which can only be placed in the bomb head according to their application. On the same principle, detonators, which can only be placed on the bomb head are called bottom detonators. Combination or head and tail fuses can be placed in any of the above-mentioned places, so that the same fuse can be placed in either the head or the tail of the bomb. Side fuses can only be placed in the appropriate opening on the bomb casing, called the fuse socket.<sup>12</sup>
- Guide tail: to help the bomb to align with the direction of fall and impact with the tip. It may be cylindrical, box-shaped, or three- or four-plane in design. The three- or four-plane guide vane is made of iron, steel or aluminium plate, which is fixed to the bottom of the bomb by rivets or bolts. It is important that each guide plane is sufficiently stiffened so that it does not warp or break during transport or loading.
- Suspension eye, designed to facilitate safe movement on the surface of the bomb, on aircraft, and safe bomb loading. One eye for small devices, two for medium-sized bombs and three or four for larger devices are designed to facilitate bomb handling. This component plays an important role in the identification of devices.

Unfortunately, it is not possible to present all explosive devices that may be found in mining areas, so I have highlighted only those that are most commonly found in Central European areas. The very reason why devices that do occur in mining areas do not explode is very

---

<sup>12</sup> DARUKA 2014: 78–79.

complicated. On the one hand, there may be a problem of manufacturing technology, there may be some kind of obstruction in the throwing or launching of the devices and, of course, there may have been obstacles or special circumstances in the impact.

## Mining and quarrying

If you want to mine an area, there are a number of steps that you cannot skip before starting work. One such step is mapping the area. This means, of course, not only examining the area to see if it is suitable for mining, but also looking at what activities have been carried out in the area. We are often confronted with the fact that if we try to bring a new area under cultivation (this includes construction and any other activities involving excavation), some kind of explosive device may be or will be found in the area. Of course, this cannot be said in general, but that is why it is necessary to examine the area for historical purposes. If the site is adjacent to a major town and the town has been attacked during the wars, then the presence of an explosive device or its remains is to be expected. The same is true if the area in question has been the scene of direct combat, i.e. military operations have been carried out in the area.<sup>13</sup>

Explosive devices are often found in areas where war debris has been transported and buried among the rubble. It is also worth investigating whether the area in question was on a transport route for the transport of supplies to fight in battle. This could also be an indication that the area may have been contaminated and that explosive ordnance may have been found. Why is this important? If an area is to be mined, the first step (work process) is to remove the top layer of topsoil, which can be up to 3 or 5 metres. This is precisely the depth that may be relevant for blasting structures. A bomb, if it does not explode on impact, can be buried in soft soil in a marshy area to a depth of up to 3–4 metres. In the case of mines, artillery shells or grenades, the maximum depth is around 1 metre.

It is therefore worth examining the area first from the point of view of combat operations and then, if relevant, using metal detecting instruments or ground penetrating radar. The ground-penetrating radar method allows the spatial delineation of objects in different depth ranges depending on the frequency range used.<sup>14</sup> Further work processes may of course vary depending on the contamination of the area. The formula is very simple, if nothing is found in the preliminary investigations, then site preparation (excavation) can be carried out on an ongoing basis. If any ordnance is found during the search of the area, then it is necessary to check whether it is in a spent state or left on the site during the fighting. It is also possible that the explosive device may have been placed on the site during preventive earthmoving or backfilling. It may complicate the situation if only non-explosive ordnance is recovered. This could indicate that there was fighting in the area, but it could also be that the area is simply contaminated with scrap metal. In such cases, a search of the area is strongly recommended,

---

<sup>13</sup> DARUKA 2024.

<sup>14</sup> ELEK et al. 2000: 1–3.

although this may be costly. In any case, it is also worth identifying the scrap metal, as it may well have once been a component of an explosive device (shrapnel). Where shrapnel is present, it is easy to find intact, spent explosive devices, which is a risk factor.

## Clearance of areas from explosive devices

The first step in any modern investment or construction project is to scan and clear the area designated for the project of military contamination and materials. This is a practice that investors and contractors are increasingly insisting on. It is this wise foresight that avoids unforeseen problems during construction. As it was mentioned in the introduction, if an area has been affected in terms of military operations, it is certainly justified to carry out screening and de-ammunition of the planned investment area. Depending on the task to be performed, the options may vary from country to country. On the one hand, law enforcement agencies (police, armed forces) often have their own tasks in the field of explosive ordnance disposal, while on the other hand, many civilian organisations carry out search and screening activities.

It is important to stress that NGOs (non-governmental organisations) may only carry out the following activities:

- activities in support of the activities of the Bomb Disposal Service
- search only
- surveillance at certain sites<sup>15</sup>

They are not authorised to move or handle suspected explosive devices; in all cases, this is an activity to be carried out by the law enforcement agency under a statutory authorisation.

There are a number of organisations that claim to do the clean-up work, but do not actually do it themselves, but subcontract it out. This not only increases costs, but in the event of a problem it is not entirely clear where the subcontractor's or main contractor's responsibility lies.

When contracting out clearance tasks, it is a basic requirement to check the technical equipment of the contractor, which includes search equipment and a technological description of how the task will be carried out. Properly operating organisations have full liability and accident insurance for the performance of their activities and carry out their tasks in accordance with the requirements of a quality management system, with continuously documented training and monitoring.

The cost of conventional ammunition recovery can vary in magnitude, due to the fact that costs are quoted in EUR/m<sup>2</sup> or on a case-by-case basis. The cost of high depth – drilled hole – screening also varies because it depends to a large extent on the number of holes drilled and the depth of the screening. The price of underwater exploration is also different, with costs being determined on a case-by-case basis according to the nature of the work.

---

<sup>15</sup> EMBER 2024: 70–71.

For several companies, it is specified as a parameter that they undertake archaeological works, new investments, roads, industrial parks, logistics centres, business centres, recreation parks, office buildings, apartment blocks, petrol stations, any kind of construction and other land before or during construction. I think it is important to note that archaeological activity is a completely different legal activity, which is not only time-consuming but also requires a different set of procedures. If archaeological finds are discovered during a project, this can usually affect the start of construction work by months, but depending on the quantity of finds and the size of the site, it can also affect the start of construction work by years. Add to this the costs and the continued presence of the demining company and the construction itself will start with a huge deficit. In addition, it should be borne in mind that in areas designated for demilitarisation, where demilitarisation and instrumental inspection are not possible, specialist supervision by a fire brigade will have to be provided for the duration of the excavation work, which may have a separate price and hourly rate.

## Traditional instrumental search

During construction, environmental protection and other works and surveys, it is necessary to locate, identify and defuse explosive devices of military origin in order to protect the persons, machinery and equipment involved and to reduce safety risks. The traditional method is to search using ground-based instruments.



Figure 3: GARRETT ATX metal detector

Source: <https://www.metector.hu/products-page/buvar-vizi-felhasznalas/garrett-atx-femkereso-detektor/>

## Ordnance clearance, ordnance survey, instrumented ground investigation

Main aspects of the work:

- marking out the area to be demined, the section to be drilled, using a high-precision locating device
- carrying out a search survey using a search instrument
- detection of markings and carry out primary identification
- taking the necessary safety measures, assisting in taking them in other cases
- preparation of technical documentation, acceptance of responsibility and certification



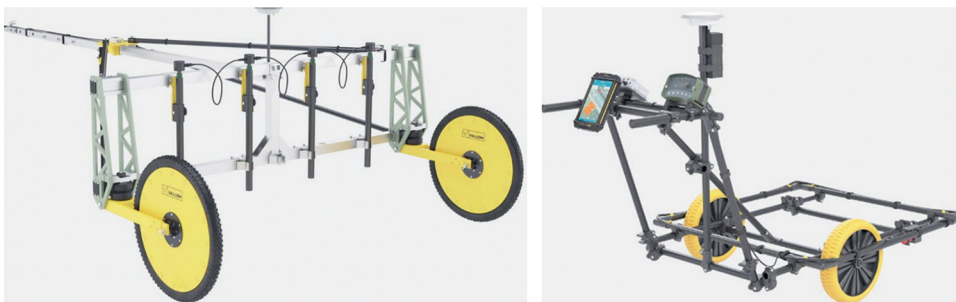


Figure 4–5: WALLON metal detector

Source: <https://www.metector.hu/products-page/adatrogzitos-femdetektorok/adatrogzitos-femdetektor-nagy-terulet-felmeresehez/>

Demilitarisation, firearms survey, instrumental ground survey with 2D and 3D map production

Main aspects of the work:

- marking of the area to be demined and the parts to be drilled with a high precision locating device
- carry out mapping, software evaluation, 2D and 3D mapping using computer aided exploration tools
- marking and exploration of markers based on software evaluation data
- carry out primary identification
- take the necessary safety measures and assist in taking them in other cases

## Searching for ammunition at high depth

High-depth ordnance detection is usually used for searching in densely built-up urban areas or in backfilled areas to detect deep objects. These objects cannot be detected by surface inspection in most cases, as surface clearance is either too expensive or impossible if there are rails, pipelines or power lines. The method consists of drilling holes at 1 to 2 metre intervals in the search area, approximately 9 to 10 metres deep. In the case of sandy, loose soils, collapse must be prevented and non-magnetisable liner pipes must be used. Once the drill holes have been made, the instrument can be applied to each hole and the number of marks to be made at different depths can be determined by analysing the drilling points.

The drilling of holes to a depth of 8–10 metres take a considerable amount of time, at a rate of approximately 4–6 holes per working day. The analysis of the sounding and measurement data and the preparation of the documentation will be done in parallel with the drilling work and will therefore not result in any additional time loss.

## Special munitions search missions

Often, due to extreme weather conditions or natural and man-made obstacles, standing or flowing water can develop in an area of interest to us. In this context, we must also be prepared for the possibility of having to carry out “special underwater munitions searches” in both stagnant and flowing water. This is limited to the following areas, depending on the type of task and the characteristics of the area:

- complete search of underwater areas, clearance of munitions, excavation of beds, or any work to be carried out safely in water
- search for lost (hidden) objects underwater
- search for wreckage, sunken vessels, barges, aircraft, search for ordnance, clearance of ammunition if necessary

The special munitions search method consists of searching the area from the surface of the water with the instrument and, if the detector indicates the presence of metal objects, the bed and subsoil are searched with the help of divers.

## Project management, monitoring

Demilitarisation, fire inspection and instrumented soil testing is a complex activity, from the moment the need arises to the handover of a contamination, explosive and blast free area. In the cleared and screened areas, the explosive hazard can be eliminated or its risk greatly reduced. The activities of the service providers cover the process of munitions clearance, bomb clearance, fire safety screening, instrumented ground testing, and the management and control of the process.<sup>16</sup> In this context, the following workflows may occur:

During the period of technical preparation:

- preparing proposals for the safe execution of the works
- identification and assessment of time, equipment, materials and risks
- technical evaluation of tenders, making proposals to the client

During the technical execution phase:

- maintaining constant contact with the company carrying out the decontamination
- preparation of reports, continuous monitoring of the progress of the work
- monitoring the work of the demilitarisation company at the request of the client
- carrying out on-site inspections of the areas already cleared and awaiting construction as part of the technical handover<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> VÖRÖS–DARUKA 2012: 23.

<sup>17</sup> DARUKA 2010: 4–5.

During the final phase of technical construction:

- quality control of the demilitarised areas
- on-site quality control of the de-armed area using a search and detection instrument
- preparation of final reports, findings and tasks related to quality assurance

## De-armament planning

Almost the whole of Europe was a theatre of war by land and air during World War II. Today, its influence still poses a significant threat. During operations, battles and battles fought, the combatants deployed the full arsenal of combat equipment. However, military explosive devices (bombs, mines, projectiles, ammunition, grenades, etc.) were only partially effective. As a consequence, dangerous devices were placed below the surface and have been detected, deactivated and disposed of, including by means of munitions disposal.

In order to avoid accidents and to ensure the safety of construction and work in the area, it is necessary to assess, evaluate and minimise these risks. The assessment should be made during the planning of the technical – preparatory works. When carrying out a de-armourisation study, an answer must be given to the general principles of de-armourisation of the project site.

General conclusions are drawn from combat operations for the performance of subsequent tasks. Evaluate and characterise the combat, the military explosive devices likely to be encountered and their risks. The expected technical preparation tasks, demilitarisation costs, basic demilitarisation standards, methods, times and expected demilitarisation risks are discussed.

## De-armament impact assessment

The purpose of a de-ammunition or bomb disposal impact assessment is to identify and assess the likelihood of unexploded ordnance or explosive remnants being found during urban development projects, and includes a detailed description of the bomb disposal technology, bomb disposal contractor fees, lead times and regulatory environment.

The events encountered during the preliminary examination and subsequent de-ammunition phase, the recovered explosive devices and the actions taken in relation to them are also documented to provide a realistic picture for experts and military historians.

Without the preparation of a BIA, explosive devices, explosive remnants or ammunition discovered during the execution of a planned construction project within the municipality may pose a risk or require unexpected, unforeseen firefighting response, which may seriously affect the cost and feasibility of the planned project.

In this study, conclusions are drawn on the preparation and execution of a fire investigation, instrumented ground investigation and the fire risks associated with the above processes.

Field measurements and excavations are carried out to identify the explosive devices likely to be encountered and to assess the metal contamination data.

## De-ammunition plan

The summary name of the specific de-ammunition, ordnance and instrumented ground investigation plan for the project area. The plan shall specify the expected technical preparation tasks and their duration, the cost of the demilitarisation, the demilitarisation baseline standards, methods, times and the expected demilitarisation risks associated with their implementation.

## Conclusions

Regardless of the type of investment, bringing different areas under cultivation is always a task that requires a great deal of attention and care. I have shown that unexploded ordnance from wars can still pose a serious threat today, and that a historical check of the site is therefore recommended before any investment is made. If any documents or the memories of the local population suggest that the area has been the scene of fighting or military action, it is necessary to contact a specialist company and ask for a preliminary investigation. In the lucky event that no explosives are found, the project can proceed as planned. If an explosive device or its remnants is found, it is recommended that a full munitions clearance is carried out and the project is continued. In most cases, the top layer of topsoil, which can be a few metres, must be removed when a mine is being constructed and then the hard rock is accessible. In many cases, it is possible to find contamination (municipal waste) when removing topsoil. In this case, one should be suspicious that other objects, which may also be dangerous for the workers on site, may be found together with the rubbish. Of course, we should not forget explosive devices that are loaded with some kind of chemical charge, so in the event of an explosion, they could contaminate the area, which could cause further problems.<sup>18</sup>

Most of the mines are often located far from towns and other built-up areas, so it is unlikely that large quantities of munitions would be found when excavating them. It is therefore essential to check the history of the area, and if there is the slightest chance that there may have been fighting or a military presence, to carry out the necessary investigations. I would also like to point out that explosive devices left behind during the world wars may now be in such a state that even the slightest movement could be life-threatening, so I would ask everyone to notify the authorities if they find such a device and keep a safe distance from them. Many people think that, from an economic point of view, they would rather not carry out the necessary tests, saying "there's nothing there anyway", but when an explosive device turns up and the investment process is halted for weeks or months, they realise that this was not such a good idea.

---

<sup>18</sup> BEREK-EMBER 2023: 32–37.

## References

- BEREK, Tamás – EMBER, István (2023): Vegyi töltetű robbanótestek azonosításának nehézségei. In GÖCZE István – PADÁNYI József (eds.): *Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában. A katonai műszaki tudományok tudományág időszerű kérdései, aktuális tudományos kutatási eredményei: Oktatói kötet*. Budapest: Ludovika, 29–44.
- DARUKA, Norbert (2010): A robbanóeszközök megsemmisítésének lehetőségei a tüzserész feladatok tekintetében. *VI<sup>th</sup> International Symposium on Defence Technology*. Budapest, 8.
- DARUKA, Norbert (2014): Robbanótestek I. – Amit a bombákról tudni érdemes. *Műszaki Katonai Köz-  
löny*, 24(4), 68–82. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2298/1565>
- DARUKA, Norbert (2024): Detection and Removal of Explosive Devices in the Preparation of New Mining Sites. 25. *International Professional Seminar of SZVK*. (Presentation.)
- DARUKA, Norbert – CSURGÓ, Attila (2017): Military Explosive Ordnance – The Bomb. In *Conference Proceedings, International Conference Blasting Technique*. Stará Lesná: [k. n.], 44–55.
- ELEK, B. et al. (2000): Highway Inspection using Radar. In *Proceedings of 6<sup>th</sup> Meeting of the EEGS European Section*, Bochum: [k. n.], 1–4. Online: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201406288>
- EMBER, István (2023): *A tüzserész biztosítás kihívásai, a katonai eredetű robbanótestek azonosításának és hatástalanításának korszerű módszerei a 21. században*. PhD thesis. Ludovika University of Public Service Doctoral School of Military Sciences. Online: <https://doi.org/10.17625/NKE.2023.032>
- KOVÁCS, Zoltán Tibor – EMBER, István (2023): A közszolgálati tüzserészet aktuális kihívásai. In GÖCZE, István – PADÁNYI, József (eds.): *Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában. A katonai műszaki tudományok tudományág időszerű kérdései, aktuális tudományos kutatási eredményei: Oktatói kötet*. Budapest: Ludovika, 185–202.
- PETŐ, Richárd (2014): Az UAV-k alkalmazásában rejlő lehetőségek és veszélyek. *Műszaki Katonai Köz-  
löny*, 24(3), 105–115. Online: [https://real-j.mtak.hu/18275/3/MKK\\_2014\\_3.pdf](https://real-j.mtak.hu/18275/3/MKK_2014_3.pdf)
- PETŐ, Richárd (2016): Drone's Safety and Security Questions I. *Hadmérnök*, 9(4), 150–158. Online: [http://hadmernok.hu/164\\_13\\_peto.pdf](http://hadmernok.hu/164_13_peto.pdf)
- PETŐ, Richárd (2017): Some Safety and Security Issues of UAVs. *Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering*, 10(3), 55–60. Online: <https://acta.fih.upt.ro/pdf/archive/ACTA-2017-3.pdf>
- VÖRÖS Mihály – DARUKA Norbert (2012): Tüzserészek a közszolgálati feladatok ellátásában. *Sereg Szemle* 10(2), 22–34. Online: [https://honvedelem.hu/files/files/33676/sereg szemle\\_2012\\_2.pdf](https://honvedelem.hu/files/files/33676/sereg szemle_2012_2.pdf)



László Szalkai<sup>1</sup> 

# Law and Order Aspects of the Impact of an Explosion on the Human Body

*In my study, I summarise the adverse effects that can occur during the execution of a blasting task and that can affect the person carrying out the blasting and those in the immediate vicinity of the blasting. I summarise the hazards that may occur during the preparation of a blasting task in the area of operation and the safety cornerstones required during its execution to ensure the health of the blaster and his/her unit. I will present the demolition activities of personnel performing special tasks in the law enforcement area and the challenges of their execution, focusing on the area of the greatest risks.*

**Keywords:** demolition tasks, hatches, challenges, risks, law enforcement

## Introduction

Around the world, many elite law enforcement and counter-terrorism units employ specialists to open doors by blowing them open. In many cases, the use of this capability is explicitly justified and has proved its worth in a number of cases. In some cases, the speed with which conventional manual or mechanical opening devices can be used is not in line with the dynamics of the task. In some cases – secluded perpetrators, hostage situations – professional requirements do not allow for the loss of time. The fact that the AK-47 automatic machine gun used by terrorists and other criminal circles has a theoretical rate of fire of 600 rounds per minute is thought-provoking. I believe that if this type of perpetrator were to take control of a shopping centre or a school, it would not be possible to open the doors for long seconds, which would otherwise be considered fast. In anticipation of such incidents, more and more units have included in their repertoire the displacement and opening of doors, windows, walls and other objects with explosives. However, before I go any further on my topic, I would like to introduce some basic concepts for ease of understanding.

---

<sup>1</sup> PhD candidate, Ludovika University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, e-mail: [szalkai.laszlo81@gmail.com](mailto:szalkai.laszlo81@gmail.com)

An explosion is the very rapid disintegration of a material system when it is accompanied by the release of large amounts of energy.<sup>2</sup> Depending on the type of explosion, we distinguish between physical, chemical and nuclear explosions.

In a physical explosion, the chemical composition of the material remains unchanged, but its physical state changes. During the explosion process, mechanical energy is released explosively. Examples of this type of process include: boiler explosions and explosive volcanic eruptions.

In a chemical explosion, the chemical composition of the material system is changed, resulting in the formation of heat and gas at high velocities. The force of the explosion depends on the speed of the transformation, the amount of heat released and the amount of gas formed. Depending on the rate of chemical transformation, we can speak of deflagration, flash, explosion and detonation. The severity of adverse effects on the human body depends on the rate of transformation.

A nuclear fission/nuclear explosion can occur as a result of nuclear fission or nuclear fusion, which creates a change in the atomic structure of matter.

One could say that the combustion, explosion or detonation of an explosive is called an explosion process. The destructive effect of an explosion is due to the shock wave and the shrapnel effect. As a kinetic interpretation of the well-known Boyle–Mariotte law, we know that for ideal gases, the pressure doubles when the volume is halved, and vice versa.<sup>3</sup>

During the explosion process, the air is compressed at the beginning of the pressure wave, and during the first – or positive – phase of its propagation, a high overpressure is generated, which is called a shock wave. In the second – or negative – phase of the process, the pressure drops below atmospheric pressure and the air flows back, in effect creating a suction effect. These phenomena are particularly significant when it is not possible to maintain sufficient distance from the blast site. These cases will be discussed later in my paper in the section on the definition of blast safety.<sup>4</sup>

## Explosion in a confined environment

In the case of explosions in confined spaces, the devastating effects of detonation may be greater than in an outdoor environment. The explanation lies in the reflective properties of shock waves. The waves reflecting from boundary surfaces create extremely rapidly varying internal ejection pressure build-ups. In some interference bands, the magnitude of the pressure increase can be several times the maximum value of the wave considered as the dominant one. It can result in the destruction of the object and its occupants. Of course, this depends significantly on the type of explosive, the net explosive mass and its location in space.

---

<sup>2</sup> LUKÁCS 2017: 20–21.

<sup>3</sup> BEDA et al. 2023: 25.

<sup>4</sup> DARUKA–BUNYITAI 2023: 137–139.



From a law enforcement perspective, blasting in a confined space – even opening a front door – requires considerable professionalism on the part of law enforcement officers. On the one hand, it depends on the way the explosives are used, the quality of the preliminary technical reconnaissance – determining the door's defensive capabilities – and the proper evaluation of the data obtained from the preliminary forensic information. On the basis of the information obtained in advance at the scene of the operation, the means and technique used to forcibly open the door, even by blasting the door, can be selected, but this method is a double-edged sword. Opening the hatch in a momentary manner will in most cases guarantee the success of the operation, as the harmful – but still acceptable – side effects of the blast will paralyse the action, but the primary, secondary and tertiary effects can result in serious, even fatal, injuries on both sides. Not to mention the phenomenon of superposition resulting from the concatenation of shock waves.<sup>5</sup>

Confined space explosions were carried out under laboratory conditions, and the practical conclusions were as follows:

- From both preliminary instrumental measurements and computer simulation, it can be concluded that in confined spaces, the presence and accumulation of reflected shock waves results in a pressure level significantly higher than the maximum pressure of the primary pulses.
- For long-lived pulses with long wavelengths, this effect can extend over the entire blast area, while for short waves the build-up is localised in sharp overpressure zones.
- Boundary surfaces and corners are always critical locations, where overstressing inevitably occurs and the intensity or frequency of the shock wave only affects the extent of the overstressed bands.
- Obviously, special pressure peaks are to be expected at all locations where the geometry of the boundary surfaces induces the focusing of shock waves.
- In the case of a slit-shaped blast-field, the position of the critical zones is primarily determined by the arrangement of the charge: they always appear parallel to the walls and along sharp fault lines from the corners.<sup>6</sup>

## Health hazards found during the preparation of a blasting exercise

### *Toxic effects of explosives*

“An explosive is a compound or mixture that, when ignited or detonated, undergoes an extremely rapid, violent chemical reaction, producing large quantities of gas and heat, accompanied by light, sound and a high-pressure shock wave.”<sup>7</sup>

<sup>5</sup> SUSÁNSZKI 1992: 1–2.

<sup>6</sup> SUSÁNSZKI 1992: 3.

<sup>7</sup> HERNÁD 2010: 311.

During preparation for blasting operations, contamination by a hazardous substance can be done through the lungs in the form of dust, by eating or smoking with contaminated hands, or through the skin. Ingestion of the explosive may occur mainly through ingestion during preparation or through previous skin lesions.

When performing blasting drills and tasks, the safety requirement is to wear safety goggles, ear protection, protective clothing (gloves) and helmets to reduce the potential for hazards.

Symptoms usually appear a few weeks or months after the adverse external effect. The human body's spontaneous ability to recover from such adverse effects and the chances of recovery are high, but permanent lesions may develop in the case of repeated poisoning. The first thing to do is to prevent the possibility of further poisoning, after which further medical treatment should be arranged if necessary. There is no specific antidote for poisoning by the components concerned, except for the treatment of poisoning by the nitrate component, in which case high doses of vitamin C and methylene blue are administered to the patient.<sup>8</sup>

Table 1: Health effects of explosives used in law enforcement

Explosives	Target	Organ diseases
Nitropenta	cardiovascular system red blood cell skin mucosa conjunctival	hypotony methemoglobinaemia irritation
Trinitrotoluol <sup>9</sup>	haematopoietic system liver cardiovascular system kidney eye skin, mucous membranes	methemoglobinaemia, haemolysis, liver failure aplastic anaemia hypotonia, degeneration cataracts yellow discolouration, irritation

Source: compiled by the author based on HERNÁD 2010

Wearing the right protective clothing is a way to protect against absorption through the skin. When blasting, protective gloves, goggles, helmet and hearing protection are essential equipment. It is necessary to clean up after explosive activities and to treat any injuries as soon as possible. Smoking is strictly prohibited during charge installation.<sup>10</sup>

It is also prohibited to use the tools used to assemble or cut explosives for any other purpose. Respiratory protection must be provided by means of a respirator with FFP3P3 protection capabilities.<sup>11</sup>

<sup>8</sup> HERNÁD 2008: 45–46.

<sup>9</sup> TNT, or Trinitrotoluene is a group of chemical compounds covering a total of six constitutive isomers. Of these, 2,4,6-trinitrotoluene (also known as TNT or trotyl) is produced in significant quantities and is widely used as both an industrial and military explosive.

<sup>10</sup> DARUKA–SZALKAI 2023: 106–107.

<sup>11</sup> HERNÁD 2007: 191–198.

## Harmful physical effects of explosions during law enforcement operations

In a chemical explosion, the sudden increase in gas volume causes the released gases to compress. The resulting increase in gas volume can be up to a thousand times the volume of the explosive. As an illustrative example, the explosion of 270 g of gunpowder, with a volume of 0.18 litres, produces 746 litres of gas in just 0.24 ms.<sup>12</sup>

The overpressure creates a shock wave which causes the primary damage to the human body. This phenomenon is called the primary effect, it is the direct effect of the explosion and it is also the cause of the damage to the surface of the body.

The secondary effect is caused by shrapnel, metal and other fragments of material accelerated by the explosion.

In the tertiary impact, injuries are caused by objects set in motion by explosive pressure. Metallic melts and other combustible materials generated by the thermal effect trigger a further increase in the shrapnel effect.

### Shrapnel effect

The shrapnel effect, destructive impact around the head and neck, is responsible for a significant number of serious injuries and 66% of fatal injuries. The surface of the eye has only half the resistance and tensile strength of the skin. Damage: in mild cases, the cornea may rupture, in severe cases, the optic nerve or retina may be damaged, leading to blindness.

Shrapnel injuries to the chest and lower body can both cause serious damage to organs in the body. Injuries to the heart, aorta, spinal cord, oesophagus, lungs can cause mainly irreversible processes.

### Explosion overpressure

Explosion overpressure is responsible for damage to air-containing or sensitive organs. The shock wave generated during an explosion suddenly compresses, compresses and expands the air in organs of different densities in the body, to which the tissues of different densities react at different rates. The shearing force between them causes damage to the organs that are sensitive to it.

### Tinnitus

The overpressure caused by tinnitus<sup>13</sup> causes hearing loss. In the event of an explosion, shocks and impulsive<sup>14</sup> and impact noises<sup>15</sup> can cause permanent hearing loss.

---

<sup>12</sup> LUKÁCS 2012: 413.

<sup>13</sup> Gust: a change in air pressure consisting of a wave, which may be accompanied by a high intensity sound effect.

<sup>14</sup> Impulsive noise: noise with a duration of less than 500 ms.

<sup>15</sup> Impact noise: a noise effect lasting less than 35 ms.

In the case of overpressure, the probability of eardrum rupture is 50% at 1 bar pressure damage and up to 85% at 2 bar pressure rises.

The sensitivity of the eardrum may depend on age, hearing diseases and the distance from the epicentre of the explosion. Injuries to the middle ear can usually be successfully treated, but injuries to the inner ear can cause hearing loss or deafness.

The development of internal bleeding can be observed in 3 bar overpressure cases. In these cases, part of the pressure wave enters the body and compresses the air in the 0.2-micron thick alveoli in the lungs, damaging the surrounding membranes and vessel walls. This process causes internal bleeding, air embolism, and later watery and oedematous conditions.

## Acceleration

Acceleration is when the shock wave of an explosion sets the body in motion by sudden acceleration.

The subsequent sudden deceleration occurs following impact against some rigid surface. The resulting injuries can range from minor bruises and contusions to severe trauma to limbs and internal organs.

## The effect of heat

Burn injuries can occur as a result of direct flame effects during an explosion, contact burns following an explosion, and detonation fireballs. Inhalation of hot air leads to respiratory burns.<sup>16</sup>

## Toxic gases – respiratory protection during penetration

Organic explosives are basically composed of carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen and other elements. During an explosion, the explosion products contain gaseous and solid compounds.

The oxygen balance is determined by the ratio between the combustible elements in the explosive and the oxygen content.

If the oxygen balance (OB) is 0, in such cases mainly CO<sub>2</sub>, water vapour and N<sub>2</sub> are produced. The explosion is followed by a light grey or white smoke, the closest being nitroglycerine (OB +3.5) and ammonium nitrate (OB = +20.0).

When using an explosive with a positive oxygen balance, there is an excess of oxygen and the explosion produces nitrous gases, in which case the smoke is rust red or yellow.

In the case of a negative oxygen balance, there is a lack of oxygen. Most explosives used as law enforcement or military ordnance have a negative oxygen balance. Examples of such explosives are TNT, hexogen, and PENT. When detonated, a dark grey smoke is produced. To improve the oxygen balance, oxygen carrier compounds (sodium nitrate, sodium perchlorate) can be used.

---

<sup>16</sup> ANDREJEV–BELJAJEV 1965.

The following description shows that the toxic gases produced are extremely harmful to health because of the quantity produced during the explosion. Of the gases produced in the explosion, carbon monoxide is the most significant for the operational groups. Carbon monoxide belongs to the group of chemical-type choking gases. It is a colourless, odourless, flammable gas with a lower specific gravity than air. It is formed by the incomplete combustion of organic matter.

It enters the body only through the lungs. Carbon monoxide has 300 times the affinity for haemoglobin, which causes it to inhibit the delivery of oxygen from the blood to the tissues.

The toxicity depends on:

- sensitivity to carbon monoxide (higher in young people)
- the time of exposure
- the CO content of the air inhaled
- the metabolic status of the body (e.g. muscle work)
- blood haemoglobin content (e.g. anaemia)

Symptoms:

- Acute poisoning: dizziness, headache, grogginess, a state similar to drunkenness, followed by unconsciousness and then death. Severe muscle weakness often makes escape impossible.
- Symptoms of chronic poisoning: dizziness, headache, cardiovascular disturbances, reduced mental performance, memory impairment, insomnia, stomach and heart pain, sleep disturbances, reduced work performance, irritability, emotional instability.

In the case of poisoning, the first priority is to rescue the poisoned person, treat them symptomatically and breathe oxygen into the body. In all cases, hospital observation is recommended by experts to prevent late complications.

The explosion process produces large quantities of gases containing toxic and less toxic components. Following the explosion of the hatch, the unit must enter the area of operation and search the blast site in order to apprehend the perpetrator. In such cases, the process can take up to half an hour. The amount of harmful substance inhaled during this time can greatly affect or even sabotage performance. Knowledge of basic poisoning symptoms can contribute significantly to the success of the operation, even survival. It is very important that the "rescue personnel" wear appropriate protective equipment when rescuing a possible poisoned person after an explosion, as he or she can easily become poisoned, and care must be taken to ensure the safety of the breathing of the rescued person, as carbon monoxide poisoning can occur in even higher concentrations in a heightened state of excitement.

## Options for the field treatment of blast injuries in practice

Generally speaking, during an explosive event, several parts of the body are almost always affected, with the face, chest and abdomen being the most commonly injured. In the case

of damage to the limbs, shrapnel flying at high velocity often causes bone fractures, and in addition, the condition of the external skin and soft tissues may be affected and damaged. In most cases, the damage is more extensive than is primarily visible. In addition to mechanical and thermal damage, such cases are also characterised by extreme oedema.

After an explosive event, the first priority is to get the casualty to safety and to immobilise him or her, without which the team will be taking additional risks, and then to start treating the casualty. The general cABCDE (critical bleeding – Airways – Breathing – Circulation – Disability – Exposure) algorithm is used. The casualty should be placed in a supine position, as the blast may damage several organs, causing severe internal bleeding and loss of consciousness.<sup>17</sup> In case of external bleeding, immediate direct pressure, in case of rectal bleeding, Tourniquet<sup>18</sup> should be applied.

After the initial triage, the ambulance service should be notified immediately. The airway should be secured as a first priority, followed by monitoring of breathing and circulation. Following this check, treatment of visible external injuries can begin. These tasks can be carried out by any member of an operational unit, who will receive training in the theory and physics of battlefield casualty care activities. The on-site treatment of airway injuries is beyond the remit of the operational casualty clearing officer and falls within the medical competence of oximetry, tactical medicine and combat medicine.<sup>19</sup> The definitive treatment of trauma to the ears is a hospital task. In the field, only external injuries visible to the naked eye can be treated.

It should be noted here that experience has shown that it is also necessary to be prepared for the possibility of a second explosion/explosion during a post-explosion activity at the site, either deliberate or accidental. In theory, of course, criminal intent cannot be ruled out, but several factors reduce the risk of this happening. First and foremost, there is a protocol that anyone entering a site with such a threat should only do so after an EOD (Explosive Ordnance Disposal) man has screened the area or building. Thus, the greatest risk rests on the shoulders of the EOD man or soldier.<sup>20</sup>

External surface and respiratory burns can occur during contact with fire. During an explosion, the core temperature can reach thousands of °C, which varies depending on the type of explosive.

The Wallace rule of nine is commonly used to measure external damage to the body surface. It divides the body surface area into 9%, so that the head and arms separately are 9–9%, the chest and abdomen 18%, and the whole back 18%. The lower limbs account for 18–18%. The area around the neck and genitalia is considered to be 1%.<sup>21</sup> To define the injured area, the surface area of the patient's palm can be used as a unit of measurement and is considered to be 1%.

---

<sup>17</sup> FAGGYAS 2023: 16–17.

<sup>18</sup> A tourniquet is a device used to apply pressure to a limb to induce ischaemia – a restriction of blood supply to any tissue, muscle group or organ of the body – or to stop blood flow. It can be used in emergencies, surgery or post-operative rehabilitation, and its use by the military and law enforcement is common in cases of blast injuries.

<sup>19</sup> HERNÁD 2013: 140.

<sup>20</sup> EMBER 2021: 34.

<sup>21</sup> PETŐ 2017: 32.

## Medical care of the injured, on the spot

As a basic rule, the safety of the injured and the caregiver is paramount, and therefore only an area free from immediate danger is suitable for primary interventions. In addition, it is important that the casualty should only be moved to the extent necessary.

The assessment of the casualty's condition can then be started along the principles of assessment. With a stable respiratory circulation, burn care can be started. An important indication to the care provider is soot around the airway, burnt skin, scorched hairs, which are signs of a respiratory burn. Therefore, definitive, isolated airway management of burn patients may be time critical. It is therefore advisable to perform consistent airway management prior to the development of oedema or obstruction. This intervention is already at the medical level, as the patient should be anaesthetised and intubated immediately with muscle relaxants. As the care needs of burn patients are different from other trauma, patients with airway burns should be transported to a burn centre.

During treatment, the affected body surface should be covered with a sterile dressing, iodine complex should only be used in aqueous (saline) solution in high dilution. This liquid is suitable for cooling the injured area, but continuous cooling of the whole body may lead to hypothermia. If burn gels are available (e.g. Water-Jel), they are also suitable for professional treatment. The casualty may also require large amounts of intravenous fluids and narcotic analgesics during treatment. The 2-10-20 rule of thumb for cooling can be used, whereby the injured area should be cooled preferably within 2 minutes, for 10 minutes and with a flowing fluid of about 20 degrees Celsius of pure water.<sup>22</sup>

## Determination of safety distance

A key element in the execution of blasting tasks is the fragmentation, physical location and built-up nature of the environment. Factors affecting the safety distance:

- The explosive mass used increases in proportion to the explosive power, so that the damage can be calculated in proportion to the explosive mass used, and therefore a greater safety distance is required when calculating a larger detonation.
- The amount of explosive to be used is a function of the estimated level of resistance, the safety rating of the hatch. In addition, the structure, material composition, location and condition of the property may also be decisive.

In the case of explosions carried out inside buildings, particular attention should be paid to the harmful effects of the explosion, which, in addition to the secondary shrapnel effect, are the harmful effects on the human body of the combustion products released during the explosion.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> Based on the official care protocol used by Róbert Szántó Operations Ambulance Officer.

<sup>23</sup> SUSÁNSZKI 1992.

- In addition to personal protective equipment, a ballistic blanket or a ballistic shield may be used to protect against the harmful effects of the resulting shrapnel.
- During any blasting operation, efforts should be made to use physical cover for the area. This could be the stairwell of a condominium or the corner of a building. If these are not available, easily deployable devices should be used.
- Wind, rain, temperature and humidity usually have a negligible effect on the performance of the task.

## Determining the safety distance

Three main cases can be distinguished for determining the safety distance.

- Open-air explosion with personal protective equipment on, under cover, in the open air: this is the case where we can be closest to the explosion.  
In this case, the penetrator is located outside the safety distance of the blast, but within the safety distance of the shrapnel, protected from the shrapnel effect. In this case the value of "K" is 0.714. The "K" factor is NEM (NRT in Hungary) – net explosive mass = mass of explosive used × tertiles equivalent + explosive mass × tertiles equivalent.
- Open-air blast without the use of protective equipment, hearing protection or cover: In such cases, a significantly greater safety distance should be maintained to avoid injury. Value of "K": 13.
- Blasting of openings with maximum use of protective equipment and facilities, in confined spaces (indoors): when determining the safety distance, multiply the final result by two compared to case 1. For operational demolition tasks, this is the applicable calculation value.

The formula used to determine the safety distance is  $SD (BT \text{ in Hungary}) = K \times NEM^{3\sqrt{}}$

- SD – safety distance in metres
- K – constant factor dependent on the mass of the explosive; proportional to the Net Explosive Mass and expressing the change in pressure due to the propagating shock wave
- NEM – the Net Explosive Mass is the sum of the mass of the charge prepared and the mass of the propellant, converted to the trotille equivalent, expressed in grams.  
The amount of explosive mass used in an arrow explosion can be significantly affected by the explosive content of the primer and the explosive content of the firing charge

## Conclusions

Blasting is a highly professional task in any walk of life. Blasting hatch openings used in support of operational procedures are particularly risky activities. In the case of conventional demolitions, it is essential that the participants are located as far away from the area of the demolition as possible, but in the context of law enforcement or the military, they should want



to be as close as possible. This is because the capture of the target can only be guaranteed under such conditions.

In the case of an open-air explosion, the physical resistance of the open-air window is proportional to the weight of the explosive to be used, which guarantees the safety of the operational unit and the person or persons to be subjected to the operation, in addition to the achievement of the desired objective. The aim of law enforcement is to ensure the ability of the State to act in its interests.

To avoid injury, the worker must wear or use all protective equipment intended to protect his life and health. To the extent that the requirements relating to the determination of the safety distance have been complied with during the operational activity, it is safe to assume that the task has been carried out without injury.

Good task planning may not necessarily lead to perfect execution, because no matter how prepared the unit is, it is still a variable. These are the pre-deployed surprise mines for which professional personnel can never be adequately prepared. I think there can be attacks, damaging incursions, even for well-trained personnel, which act as so-called booby traps. There is no need for any member of the force to make a mistake and start an irreversible process. In such cases, only well-applied protective equipment and professional medical care can be relied upon.

## References

- ANDREJEV, K. K. – BELJAJEV, A. F. (1965): *A robbanó anyagok elmélete*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- BEDA, László – ELEK, Barbara – MOHAI, Ágota – NAGY, Rudolf (2023): *Termodinamika*. Budapest: Óbudai Egyetem.
- DARUKA, Norbert – BUNYITAI, Ákos (2023): A robbanóanyaggal elkövetett támadásoknak az emberi szervezetre, a tárgyra, épített és természeti környezetre gyakorolt hatásai. *Katonai Logisztika*, 31(3–4), 131–154. Online: <https://doi.org/10.30583/2023-3-4-131>
- DARUKA, Norbert – SZALKAI, László (2023): Risks Related to the Handling of Explosives with Regard to Occupational. In BEŇOVSKÝ, Marián (ed.): *Conference Proceedings, 32<sup>th</sup> International Conference Blasting Technique 2023*. Banská Bystrica, 102–111.
- EMBER, István (2021): The Role and the Risks of Explosive Ordnance Decontamination in Hungary. *Science and Military (Veda a Vojenstvo)*, 16(1), 32–42. Online: <https://doi.org/10.52651/sam-a.2021.1.32-42>
- FAGGYAS, Attila (2023): A Terrorelhárítási Központ speciális mentési tevékenységének elgondolása a törökországi földrengés tapasztalatainak tükrében. *Honvédtörvény*, 75(1–2), 14–28. Online: <https://doi.org/10.29068/HO.2023.1-2.14-29>
- HERNÁD, Mária (2007): Robbanóanyagok toxikológiája I. – TNT. *Műszaki Katonai Közlöny* 17(1–4), 191–198. Online: [https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2007\\_14%20Robban%C3%B3anyagok%20toxikol%C3%B3gi%C3%A1ja%20I-TNT%20-%20Hern%C3%A1d%20M.pdf](https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2007_14%20Robban%C3%B3anyagok%20toxikol%C3%B3gi%C3%A1ja%20I-TNT%20-%20Hern%C3%A1d%20M.pdf)
- HERNÁD, Mária (2008): Robbanóanyagok toxikológiája II. – RDX, PETN. *Műszaki Katonai Közlöny*, 18(1–4), 41–51. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2985>
- HERNÁD, Mária (2010): EOD feladatok végrehajtásakor előforduló munkaegészségügyi kockázatok. *Műszaki Katonai Közlöny*, 20(1–4), 309–325. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2874>

- HERNÁD, Mária (2013): *A robbanás és a robbanóanyagok emberi szervezetre gyakorolt hatásai és megelőzésének lehetőségei*. PhD thesis. Budapest: Ludovika. Online: <https://doi.org/10.17625/NKE.2014.035>
- LUKÁCS, László (2017): *Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira*. Budapest: Dialóg Campus.
- LUKÁCS, László (2012): *Bombafenyegetés – a robbanóanyagok története*. *Repüléstudományi Közlemények*, 25(2), 409–430. Online: [http://epa.oszk.hu/02600/02694/00059/pdf/EPA02694\\_rtk\\_2012\\_2\\_0409-0430.pdf](http://epa.oszk.hu/02600/02694/00059/pdf/EPA02694_rtk_2012_2_0409-0430.pdf)
- PETŐ, Richárd (2017): *Objektumok védelmének eszközei és lehetőségei a bűnös célú/terror jellegű robbantásokkal szemben*. PhD thesis. Budapest: Óbuda University. Online: <https://oda.uni-obuda.hu/handle/20.500.14044/10148?locale-attribute=en>
- SUSÁNSZKI, Zoltán (1992): *Zárt robbantótérek nyomásviszonyainak számítógépes meghatározása*. Lecture at the 5<sup>th</sup> International Colloquium on Explosives Technology, Budapest, Hungary, 8 September 1992 – 11 September 1992.

Kuti Rajmund,<sup>1</sup>  Hajdú Flóra<sup>2</sup> 

# Kismotorfecskendőről üzemeltetett tűzoltórendszer vizsgálata modellezéssel és számítógépes szimulációval

## Examination of a Firefighting System Operated from a Small Pump with Modeling and Computer Simulation

*Az oltóvizet használó tűzoltórendszerek biztonságos és hatékony működtetéséhez elengedhetetlen az üzemeltetési feltételeik vizsgálata, különösen a mobil tűzoltószivattyúk alkalmazása során, amelyeket néha szélsőséges feltételek mellett használnak a tűzoltóegységek. Az üzemeltetési paraméterek megváltozása komoly hatással lehet a rendszerből kinyerhető víz mennyiségére, ezáltal magára a tűzoltási folyamatra is, ezért a téma vizsgálata fontos, aktuális kérdés. Írásunkban először az általunk vizsgált tűzoltórendszerre készített modellt mutatjuk be, majd a modell felhasználásával végzett számítógépes szimuláció eredményeit ismertetjük. Célunk a mobil szivattyúról üzemeltetett tűzoltórendszerek optimális működésének elősegítése. Eredményeinkkel a tűzoltók munkáját könnyíteni, a tűzoltás hatékonyságát növelni kívánjuk.*

**Kulcsszavak:** kismotorfecskendő, tűzoltórendszer, modell, számítógépes szimuláció, tűzoltási hatékonyság

*For the safe and efficient operation of firefighting systems using water, it is essential to examine their operating conditions, especially in the case of portable fire pumps, which are sometimes used under extreme conditions. Changes in operating parameters can have a serious impact on the amount of water that can be extracted from the system, and thus on the firefighting process itself, so the examined topic is an important, current issue. In this paper, the model created for the firefighting system is presented first, and then the results of the computer simulation using*

<sup>1</sup> Széchenyi István Egyetem, e-mail: [kuti.rajmund@sze.hu](mailto:kuti.rajmund@sze.hu)

<sup>2</sup> Széchenyi István Egyetem, e-mail: [hajdf@l@sze.hu](mailto:hajdf@l@sze.hu)

*the model is described. Our goal is to contribute the optimal operation of firefighting systems operated from mobile pumps. With the presented results, we want to ease the work of firefighters and increase the efficiency of firefighting.*

**Keywords:** firefighting pump, firefighting system, model, simulation, fire extinguishing efficiency

## Bevezetés

A tűzoltási tevékenység során napjainkban legtöbb esetben vizet használnak oltóanyagként. A víz kijuttatása a tűzre mobil eszközökkel nem egyszerű feladat, s több tényező is befolyásolja a hatékonyságát. A folyadékok szállítását csőrendszerekben a különféle szivattyúk alkalmazása teszi lehetővé.<sup>3</sup> A szivattyúkon belül külön csoportba kell helyoznunk a tűzoltószivattyúkat, amelyek üzemeltetési feltételeinek folyamatos vizsgálata a hatékony tűzoltás és a folyamatos vízellátás érdekében nagyon fontos. A gyakorlati, terepi használat néha szélsőséges körülmények, feltételek mellett történik, ami a szivattyú teljesítményét, így az általa működtetett tűzoltórendszerből kinyerhető víz mennyiségét is nagyban befolyásolja. A Magyar Honvédség tűzoltóegységei is használnak mobil szivattyúkat és tűzoltóeszközöket, számukra egy esetleges beavatkozás eredménye kiemelt jelentőségű, ugyanis a környezetbiztonsági kihívásoknak is meg kell felelni.<sup>4</sup> A kismotorfecskendőről üzemeltetett tűzoltórendszer pontos vizsgálata, továbbá a gyakorlati alkalmazás elősegítése érdekében első lépésként egy mobil szivattyúról működtetett tűzoltórendszer modelljét készítettük el, amelynek felhasználásával számítógépes szimulációt végeztünk. A számítógépes szimulációkat széles körben használják a különféle műszaki területeken, segítségükkel bármilyen változtatás, továbbá annak hatásai gyorsan követhetők. Mivel a kismotorfecskendőket elsősorban vízzel történő tűzoltásra használják, ezért a kutatásunkban vizsgált tűzoltórendszerrel is ezt az oltóanyagot alkalmaztuk. További tűzoltóanyagok felhasználásának vizsgálata egy következő kutatás tárgya lesz. Tapasztalataink bemutatásával a tűzoltószivattyúk és az általuk üzemeltetett vízellátórendszerek biztonságos működtetéséhez kívánunk hozzájárulni.

## A vizsgált tűzoltórendszer bemutatása

A vizet használó tűzoltórendszerek legfontosabb elemei a vízszivattyúk, amelyek teljesítményparamétereit a gyártók legtöbbször 1,5–3 méteres szívómélység mellett közvetlenül a szivattyú nyomócsonkjára helyezett mérőeszközzel mérik különféle fordulatszámhatárok között. Tűzoltási feladatok során a kiépített tűzoltómedencék esetében is 3 méter vagy annál kisebb szívómélység biztosítása az elvárt, ezért az általunk összeállított rendszerben is ezt az adatot vesszük kiindulási alapnak. A tűzoltó sugarak működtetése során a nyomómagasság változása a rendszerből kivehető vízmennyiség tekintetében lényeges teljesítmény

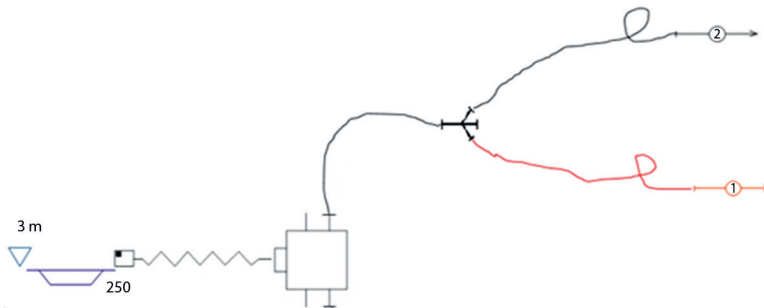
<sup>3</sup> LAJOS 2004.

<sup>4</sup> FÖLDI–PADÁNYI 2021.

eltérést mutathat, a szállított oltóvíz mennyisége adott időintervallumon belül akár az elvárt mennyiség negyedére is csökkenhet. Az optimális üzemeltetési feltételek megteremtése a tűzoltási feladatok során fontos, a helyszíni körülmények, a rendelkezésre álló felszerelések azonban nem mindig teszik lehetővé ezeket, így a tényleges nyomás- és vízmennyiségértékek elmaradnak az elvártaktól. Az elérhető szakirodalmi forrásokat áttanulmányozva rész megoldásokat találtunk, vizsgáltuk szivattyúfajtákat,<sup>5</sup> azok működési paramétereit,<sup>6</sup> valamint különféle folyadékotvábbításra használt csőrendszereket,<sup>7</sup> de nem kaptunk egyértelmű választ az általunk felvetett problémára. Minden lehetséges veszteséget figyelembe véve összetett számítások elvégzésére lenne szükség, erre azonban egy káreset során nincs idő.<sup>8</sup> Megoldásként egyszerűsített számítási modell összeállítása mellett döntöttünk, amely adott tűzoltási feladat végrehajtásához szükséges elemeket rendszerként jeleníti meg. A számítások elvégzésének megkönnyítésére egy egyszerűsített tűzoltórendszert állítottunk össze és használtunk. Az alapmodell elemei természetesen szükség szerint bővíthetők. Az általunk készített tűzoltórendszer elemei a következők:

- Rosenbauer Fox III. centrifugálszivattyú;
- szabványos szívó- és nyomótlölk;
- osztó;
- szabványos sugárcső.

A fenti elemekből összeállított és vizsgált tűzoltórendszer Rosenbauer Fox III. centrifugál szivattyúból, osztóból és két „C” sugárból áll, az 1. ábra szerinti összeállításban.



1. ábra: A vizsgált tűzoltórendszer

Forrás: a szerzők szerkesztése

Szivattyúként egy, a tűzoltóságnál is rendszeresített, az önkéntes tűzoltók körében is gyakran használt Rosenbauer Fox III. kismotorfecskendőt vizsgálunk, amelynek táplálása föld alatti víztározóból, felszívósos üzemmódban történik. Az összeállított tűzoltórendszerrel szemben további elvárásaként határoztuk meg, hogy a szivattyú a DIN EN 15182-3 típusú rendszeresített

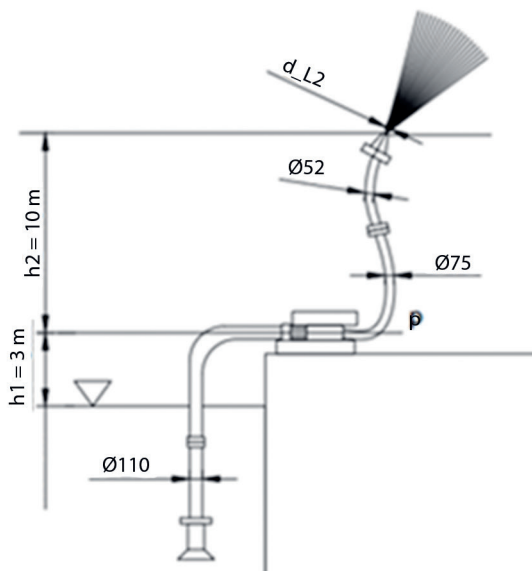
<sup>5</sup> SPURGEON 2012.

<sup>6</sup> FECSER et al. 2020.

<sup>7</sup> HAJDÚ–HORVÁTH–KUTI 2017.

<sup>8</sup> PÁZMÁNDY 1979.

sugárcsövek működéséhez szükséges vízmennyiséget és az oltási hatékonyság eléréséhez, valamint a megfelelő sugárkép kialakításához szükséges 5 bar víznyomást 10 méter oltási magasságban biztosítani tudja. A 2. ábrán az általunk összeállított tűzoltórendszer vertikális elrendezése látható.



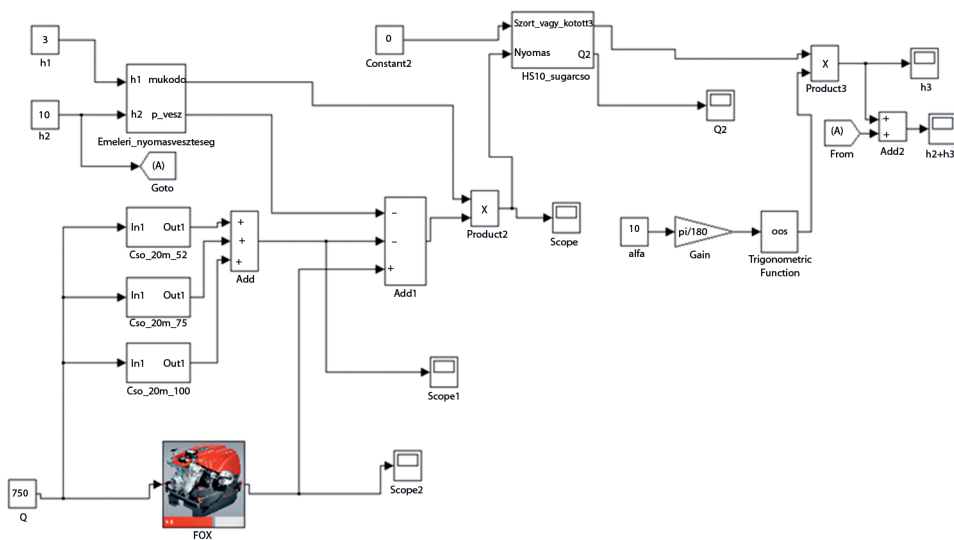
2. ábra: A vizsgált tűzoltórendszer vertikális elrendezése

Forrás: a szerzők szerkesztése

Ahhoz, hogy az elvárt követelményeknek megfeleljen, az oltórendszer mindegyik sugarával  $Q=0,00343 \text{ m}^3/\text{s}$ , azaz  $206 \text{ l/p}$  térfogatáramú vízsugarat kell biztosítani a  $h=10 \text{ m}$  magasságban működtetett sugárcsöveknél, amelyek lövőkéjének kiömlési átmérője  $d_{L2}=12 \text{ mm}$ . A vízellátást biztosító tömlővezetékek hossza  $L=40 \text{ m}$ .

## Az alkalmazott modell bemutatása

A vizsgálathoz Simulink számítógépes programot használtunk, amely moduláris felépítési és alrendszerekből áll. Először a tűzoltórendszer modelljét állítottuk össze, amelyet a 3. ábra mutat.



3. ábra: A vizsgált tűzoltórendszer modellje

Forrás: a szerzők szerkesztése

A teljes vizsgálathoz és a számítógépes szimulációhoz szükséges a rendszer elemeit, alrendszerenként modellezni. Az alrendszerek a következő elemekből állnak: szivattyú, tömlők, sugárcső, osztó és emelési magasság. Az alrendszereket maszkoltuk a paraméterek egyszerű megváltoztatása érdekében. A bemeneti változó a folyadékáram, a kimeneti változó pedig a szivattyú nyomása (nyomóoldal), továbbá a rendszer teljes nyomásvesztése.

Először a szivattyú modelljét állítottuk össze, amelyet a 4. ábra mutat be.



4. ábra: A szivattyúalrendszer modellje

Forrás: a szerzők szerkesztése

Az egyenleteket<sup>9</sup> Hajdu, Horváth és Kuti 2017-es hivatkozott cikke alapján állítottuk össze, a szivattyúalrendszert leíró egyenlet a:

$$p [\text{bar}] = n^2 \sqrt{1 - \left( i \frac{Q \left[ \frac{l}{\text{min}} \right]}{2000} \cdot \frac{1}{n} \right)^2} \quad (1)$$

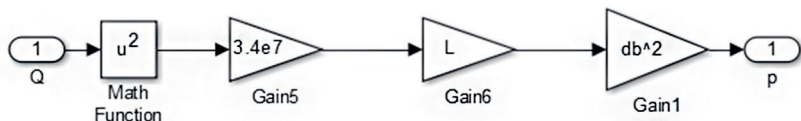
<sup>9</sup> HAJDU–HORVÁTH–KUTI 2017.

ahol  $Q$  a folyadékáram,  $p$  a szivattyú nyomása,  $n$  a fordulatszám aránya a maximális fordulatszámhoz képest ( $n_{\max}=4500 \text{ RPM}$ ) és  $i$  a vízsugarak száma. Az alrendszerben a sebességarány ( $n$ ) és a vízsugarak száma ( $i$ ) a változó paraméterek.

A tömlőrendszer modellezéséhez a tömlők nyomásvesztését kell figyelembe venni, ami a következő egyenlettel határozható meg:

$$p_{\text{tömlő}} = c_d \cdot L \cdot (k \cdot Q)^2 \quad (2)$$

ahol  $c_d$  a tömlő átmérőjétől függő arányossági állandó,  $L$  a tömlő hossza és  $k$  a tömlők száma. A tömlőrendszer modellje az 5. ábrán látható.



5. ábra: A tömlőrendszer modellje

Forrás: a szerzők szerkesztése

A tömlő hossza ( $L$ ) és a tömlők száma ( $i$ ) a változó paraméterek. A tömlők átmérője 52 mm (C típusú) és 75 mm (B típusú), amelyek szabványos átmérők. Az arányossági tényezőt csak a szabványosított tömlők esetében ismerjük, ezért a tömlők átmérője ebben a vizsgálatban állandó volt.

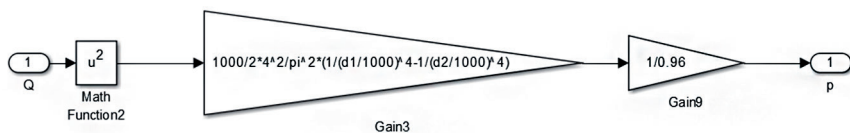
A következő a sugárcsőmodell. A sugárcsőnél a nyomásesés a következő egyenlettel számítható ki:

$$p_s = \frac{\rho}{2} \cdot \left( \frac{1}{A_1^2} - \frac{1}{A_2^2} \right) \quad (3)$$

ahol  $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$  a víz sűrűsége,  $A_1$  a sugárcső bemeneténél és  $A_2$  a sugárcső kimeneténél lévő keresztmetszet. A keresztmetszet a következő egyenlettel számítható ki:

$$A = \frac{d^2}{4\pi} \quad (4)$$

A (3)–(4) egyenleteket alkalmazva létrehozható a sugárcső alrendszere, amely a 6. ábrán látható. A szabványban 96%-os hatásfok van megadva, ezt is figyelembe vettük a modell készítése során.

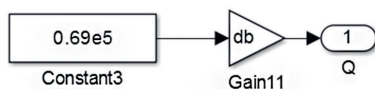


6. ábra: A sugárcsőrendszer modellje

Forrás: a szerzők szerkesztése



Az alrendszer változó paraméterei a bemeneti és kimeneti átmérők. Esetünkben a DIN EN 15182-3 típusú rendszeresített sugárcsövek technikai adatait vettük figyelembe. Az osztó alrendszere a 7. ábrán látható.

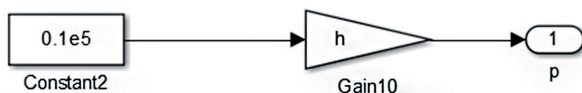


7. ábra: Az osztóalrendszer modellje

Forrás: a szerzők szerkesztése

Az elemzett szakirodalmi forrás<sup>10</sup> szerint a nyomásesés osztó esetén 0,69 bar. Csak egyetlen változó paramétere van, ez az osztók száma.

Az emelési magasság alrendszere a 8. ábrán látható. Elméletileg 10 méteres magasság 1 bar (10 mvo) nyomásesést okoz.<sup>11</sup> Modellünkben a magasság a változó paraméter.



8. ábra: Az emelésimagasság-alrendszer modellje

Forrás: a szerzők szerkesztése

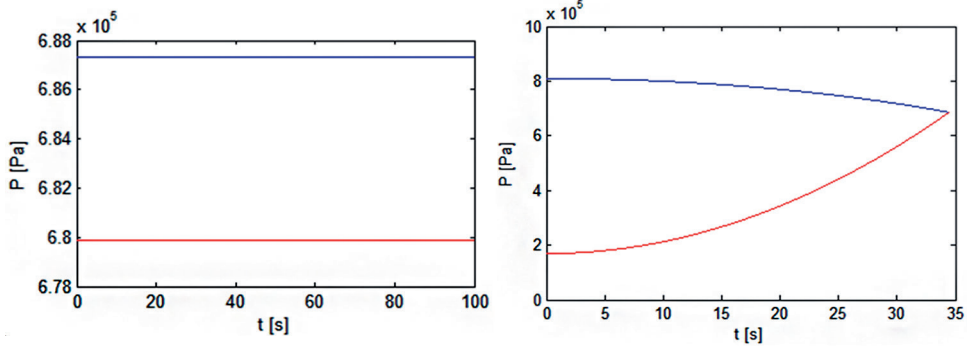
## Szimulációs eredmények

A szimuláció futtatásához először a szivattyú nyomását és a rendszer nyomásvesztését számítottuk ki a kezdeti konfiguráció esetén ( $Q=3,43 \cdot 10^{-3} [m^3/s]$ ,  $i=4$ ,  $n=0,78$ ). A nyomás a 9. ábra bal oldalán látható. Megfigyelhető, hogy a szivattyú nyomása 687,34 kPa, a nyomásvesztés pedig 679,89 kPa. Az eredmények megegyeznek az elemzett szakirodalmi forrásban<sup>12</sup> leírtakkal. A számításokat a számítógép végezte szimulációs adatok alapján, ezért lehetséges a mennyiségek ennyire pontos meghatározása. A nyomásvesztésben csak kis különbségek vannak az ott bemutatott eredményekhez képest, mert a könnyebb tesztelés és bővíthetőség érdekében egy kissé eltérő sugárcsőmodellt alkalmaztunk. Ezután a modellt növekvő folyadékárammal teszteltük. A szimulációt leállítottuk, amikor a nyomásvesztés nagyobb volt, mint a szivattyú nyomása, ahogy a 9. ábra jobb oldalán látható.

<sup>10</sup> SZABÓ 1983.

<sup>11</sup> SZABÓ 1983.

<sup>12</sup> HAJDU–HORVÁTH–KUTI 2017.



9. ábra: Nyomás alakulása az eredeti konfigurációban (balra) és növekvő térfogatáram (jobbra)

Megjegyzés: kék: a szivattyú nyomása, piros: nyomásvesztéség.

Forrás: a szerzők szerkesztése

Az érzékenységi vizsgálathoz a konfiguráció esetén kinyerhető maximális folyadékáramot választottuk ki. Ezután a folyadékáramot addig növeltük, amíg a szimuláció le nem állt, és az utolsó értéket egy listában tároltuk. Ezután diagramban ábráztuk a maximális folyadékáramot a változó paraméter függvényében. A diagramokból az érzékenységet érzékenységi indexszel lehet jellemezni, amely a következőképpen számítható:

$$SI = \frac{\Delta Q_{max} [\%]}{\Delta a [1\%]} \quad (5)$$

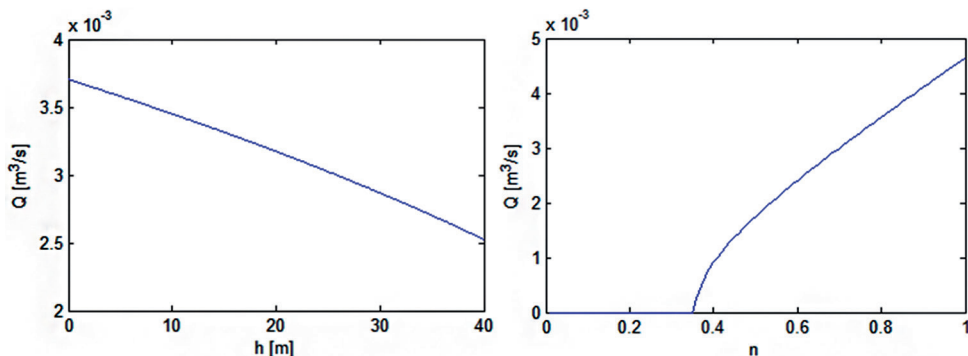
ahol  $\Delta a$  a kiválasztott paraméter 1%-os változása. Az érzékenységi mérésére a következő érzékenységi halmazokat állítottuk össze:<sup>13</sup>

- nem érzékeny:  $SI \leq 1$
- közepesen érzékeny:  $1 < SI \leq 5$
- érzékeny:  $5 < SI \leq 10$
- rendkívül érzékeny:  $10 < SI$

A paraméter akkor tekinthető érzékenynek, ha van egy paramétertartomány a rendkívül érzékeny vagy az érzékeny halmazban.

A sebesséviszony és az emelési magasság érzékenysége a 10. ábrán látható.

<sup>13</sup> HAJDU 2019.

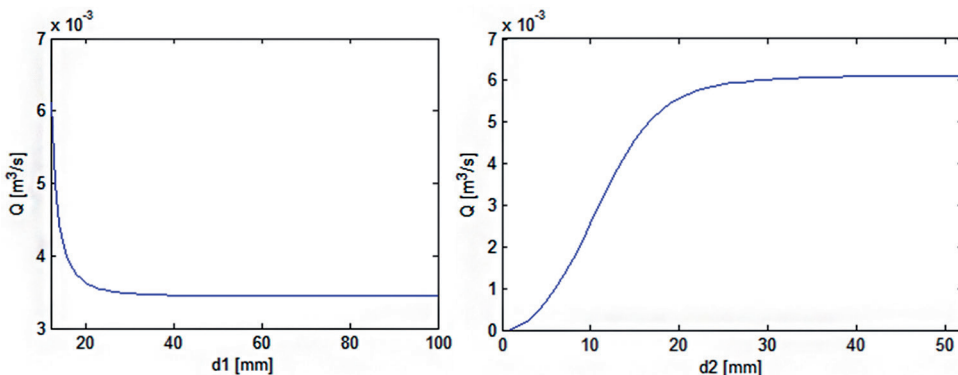


10. ábra: Az emelési magasság (bal) és a sebességviszony (jobb) érzékenysége

Forrás: a szerzők szerkesztése

Az eredményeket elemezve elmondható, hogy a sebességarány nem érzékeny, ha  $n < 0,36$ . Eddig a sebességarányig nincs folyadékáramlás a rendszerben. Ha  $0,36 < n < 0,4$ , a paraméter rendkívül érzékeny,  $SI=19,5$ . Amikor  $0,4 < n < Q_{\max}$  lineárisan növekszik. Ebben a tartományban  $SI=4,68$ , ezért a paraméter közepesen érzékeny. Megállapítható, hogy az emelési magasság érzékenysége szinte lineárisan változik a teljes vizsgálati tartományban.  $SI=0,3$ , ezért ez a paraméter nem érzékeny.

A következő lépésben a sugárcső érzékenységét vizsgáltuk, a 11. ábrán a sugárcső bemeneti és kimeneti átmérőinek érzékenysége látható.



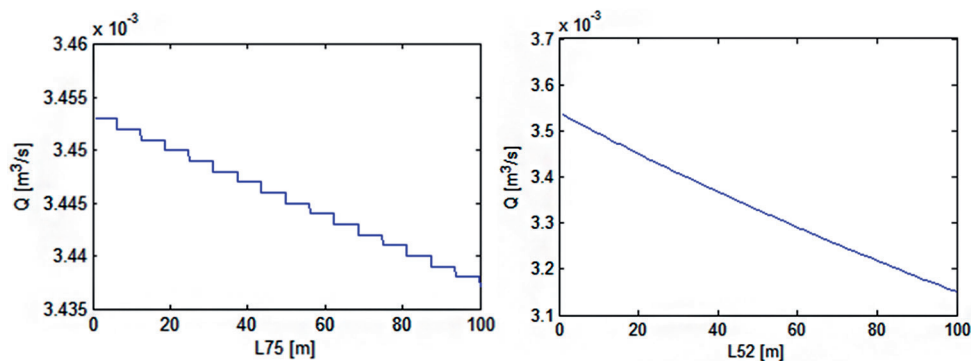
11. ábra: A sugárcső bemeneti átmérőjének (bal oldali) és kimeneti átmérőjének (jobb oldali) érzékenysége

Forrás: a szerzők szerkesztése

Az eredményeket elemezve elmondható, ha a bemeneti átmérő kicsi ( $d_1 < 10$  mm), akkor közepesen érzékeny,  $SI=2,667$ .  $10 < d_1 < 22$  mm esetén nem érzékeny,  $SI=0,5$ . A  $d_1$  további növelésekor a maximális folyadékáram ugyanaz marad, ezért ez a paraméter nem érzékeny.

Ha a sugárcső kimeneti átmérője kicsi ( $d2 < 4$ ), akkor közepesen érzékeny ( $SI=3,2$ ). Ha  $4 < d2 < 18$ , akkor közepesen érzékeny ( $SI=4,33$ ). Ha ezt a paramétert tovább növeljük, akkor nem lesz érzékeny ( $SI=0,17$ ). Megfigyelhető, hogy a bemeneti átmérő érzékenyebb, mint a kimeneti átmérő.

A következő szimulációval a tömlők hosszának érzékenységét vizsgáltuk, az eredményeket a 12. ábra mutatja.



12. ábra: A tömlő hosszának érzékenysége

Megjegyzés: bal: B típus, jobb: C típus.

Forrás: a szerzők szerkesztése

Az eredményeket elemezve látható, hogy a maximális folyadékáram szinte lineárisan csökken a tömlők hosszának növelésével. Ezek a paraméterek nem érzékenyek,  $SI_{\max} = 0,067$  és  $SI_{\max} = 0,0026$ . A bal oldali ábránál az eltérés abból adódik, hogy a program nagyobb megközelítést alkalmaz, ugyanis a térfogatáramban minimális eltérés mutatkozott.

## Következtetések

A szimulációs eredmények elemzése során arra a következtetésre jutottunk, hogy a szivattyú fordulatszámviszonya a legérzékenyebb paraméter, csak a rendkívül érzékeny halmozban van azonosítható érzékenységi tartománya. Az összes többi paraméter közepesen érzékeny vagy nem érzékeny. Ezzel a vizsgálattal sikerült bizonyítani, hogy az általunk vizsgált tűzoltórendszer jól megtervezett, a legérzékenyebb pontja maga a szivattyú, ami a rendszer legkritikusabb eleme. A szivattyú telepítésének helye, a vízforrás elérése, az optimális szívómélység biztosítása nagyban befolyásolja a szivattyú, ezáltal a rendszer működését. A szivattyú fordulatszám-arányán kívül a paraméterértékek a nem érzékeny tartományban vannak. Úgy gondoljuk, hogy fontos további kutatási feladat egy új szivattyúmodell kidolgozása, amely lehetővé teszi az érzékenységvizsgálat még részletesebb elvégzését. További kutatási terveink szerint a tömlő (csővezeték) átmérője is változtatható lesz (a gyakorlatban beépített tűzoltórendszerekben is többféle átmérőjű csővezetékkel találkozunk), hogy tesztelni lehessen a rendszer viselkedését a szabványos tömlőktől eltérő konfigurációkban is.

## Összegzés

Kutatómunkánk során egy szabványos elemekből összeállított mobil, vízzel oltó tűzoltórendszer működési paramétereit vizsgáltuk modellezéssel és számítógépes szimulációval. Az előzetes számítások megkönnyítése és felgyorsítása érdekében a Simulink programban egy moduláris, könnyen bővíthető szimulációs modellt készítettünk, amelynek alkalmazásával numerikus szimulációkat futtattunk le. Az eredményeket elemezve megállapítható, hogy a különböző rendszer-konfigurációban üzemeltetett sugárcsövek esetében eltérések mutatkoznak a maximálisan kivehető vízmennyiségben, ezt a tűzoltási feladatok során figyelembe kell venni. Azt is megfigyeltük, hogy jelentős nyomásvesztés lép fel a rendszeren belül, ezért további vizsgálatok elvégzésére volt szükség. A szimulációs modellel elvégeztük az általunk definiált alrendszerek paraméterérzékenységi vizsgálatát. Az eredményeket elemezve arra a következtetésre jutottunk, hogy a szivattyú a rendszer legkritikusabb eleme, ezért a szivattyú működésének további vizsgálata szükséges a jövőben részletesebb szimulációs modellekkel, az eredményeket a pontosabb fejlesztések érdekében pedig terepi mérésekkel szükséges validálni.

Megállapításaink szerint a rendszer többi eleme közepesen érzékeny vagy nem érzékeny. További kutatási feladat a modell további bővítése és más konfigurációk vizsgálata is. A jövőben a modell és a numerikus szimulációk segítségével a tűzoltósági gyakorlatok során alkalmazott tűzoltórendszerek tesztelésére is alkalmassá tehető. A szimulációk tapasztalatai a gyakorlatban is hasznosíthatók, az eredmények alkalmazásával elkerülhetők a nem megfelelő működésből adódó vízellátási problémák.

## Felhasznált irodalom

- HAJDU, Flóra (2019): Sensitivity Study of a Nonlinear Semi-Active Suspension System. *Acta Technica Jaurinensis*, 12(3), 205–217. Online: <https://doi.org/10.14513/actatechjaur.v12.n3.505>
- HAJDU Flóra – HORVÁTH Péter – KUTI Rajmund (2017): Hasznos folyadék szállítás vizsgálata centrifugálszivattyúk alkalmazásánál. *Védelem Tudomány*, 2(1), 304–317.
- FECSEK Nikolett et al. (2020): Examining Centrifugal Pump BKS300 on Cavitation. *Hidraulica*, 3, 67–75. Online: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/16044>
- FÖLDI László – PADÁNYI József (2021): Környezetbiztonsági kihívások a haderők számára. In GÖCZE István (szerk.): *Az egyházak és a katonai erők előtt álló kihívások, az együttműködés lehetőségei*. Budapest: Magyarország Magyarországi Egyházak Ökumenikus Tanácsa (MEÖT), 49–60. Online: [https://meot.hu/dokumentumok/2021szocet/Tanulmanykotet\\_MEOT\\_NKE.pdf#page=50](https://meot.hu/dokumentumok/2021szocet/Tanulmanykotet_MEOT_NKE.pdf#page=50)
- L. SZABÓ Béla (1983): *Vízellátási ismeretek*. Budapest: BM Könyvkiadó.
- LAJOS Tamás (2004): *Az áramlástan alapjai*. Budapest: Műegyetemi Kiadó,
- PÁZMÁNDY Mihály (1979): *A tűzoltás vízellátása*. Budapest: BM Könyvkiadó.
- SPURGEON, Paul (2012): Every Pump Operatos' Basic Equation. *Fire Engineering*, 165(10), 51–64.



Szenási Imre<sup>1</sup> 

# A Leopard 2 A7HU átkelési lehetőségei vízi akadályokon

## Leopard 2 A7HU Water Crossing Capabilities

*A csapatok előrevonására, az utánpótlás szállítására szolgáló hidak létfontosságúak a harc sikeres megvívása szempontjából. Rombolásuk esetén a műszaki csapatok feladata a harcoló és a logisztikai erők számára a mozgás- és manőverszabadság megteremtése. A Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében rendszerítés alatt álló páncélozott szállító és harcjárművek, harckocsik, hídvető harckocsik, műszaki mentő- és vontató járművek, tömege jelentősen meghaladja a régi, szovjet-orosz eredetű, hasonló feladatkörű eszközökét. A Lynx harcjárműcsalád nem úszóképes, gázlóképessége minimális, míg tömege a T-72 típusú közepes harckocsikéhoz hasonló. A Leopard 2 A7HU harckocsi tömege pedig nagyobb, mint a jelenleg rendelkezésre álló szalaghíd teherbírása. A jelenleg rendelkezésre álló hídkészletek áttekintését követően tanulmányomban javaslatot teszek a rendelkezésre álló eszközök számának bővítésére, és bemutatok néhány új típust, amelyek rendszerbe állításával a fenti probléma orvosolható.*

**Kulcsszavak:** Lynx KF41 gyalogsági harcjármű, Leopard 2 A7HU harckocsi, PMP hadihíd-oszlop, Leopard 2 Leguan hídvető harckocsi, M3 szalaghídrendszer

*Bridges are vital to the success of a battle, allowing troops to advance and supplies to be transported. If they are destroyed, engineers must provide the necessary freedom of movement and manoeuvre for combat and logistic forces. The armoured personnel carriers, armoured fighting vehicles, bridge layers, recovery and towing vehicles, heavy bridging equipment, which are being procured into the Defence and Military Development Programme, are considerably heavier than the old Soviet-Russian vehicles of similar design. The Lynx family of fighting vehicles is non-floatable, has minimal fording capability and is comparable in weight to the T-72 medium tanks. The Leopard 2 A7HU tank has a higher mass than the capacity of the currently available ribbon*

<sup>1</sup> Doktori hallgató, Nemzeti Köszolgálati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, e-mail: [imre.szenasi81@gmail.com](mailto:imre.szenasi81@gmail.com)

*bridge. Following a review of the currently available bridge sets, my paper proposes to increase the number of available assets and introduces some new types that could be integrated into the system to overcome the above problem.*

**Keywords:** Lynx KF41 infantry fighting vehicle, Leopard 2 A7HU main battle tank, PMP floating bridge, Leopard 2 Leguan heavy tracked armoured vehicle bridge layer, M3 amphibious rig

## Bevezetés

Hazánk területén sok felszíni folyó- és állóvíz található. Folyóvizeink közül a legnagyobb a Duna, amelynek magyarországi szakasza 417 km hosszú. Legnagyobb bal parti mellékfolyója hazánkban az Ipoly, a jobb partiak a Rába, a Sió és a Dráva. A Tisza magyarországi szakasza 596 km hosszú. A Tisza főbb bal parti mellékfolyói a Szamos, a Körös és a Maros, míg a jobb partiak a Bodrog, a Sajó és a Zagyva. A legnagyobb mesterséges vízfolyásaink a Keleti- és a Nyugati-főcsatorna.<sup>2</sup> A vízi akadályokon történő átkelést alapvetően a hidak biztosítják.

A Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program (HHP) keretében a Magyar Honvédség megújul. Az újonnan beszerzett haditechnikai eszközök tömege jelentősen meghaladja a régi, szovjet-orosz eredetű, hasonló feladatkörű eszközökét. A program azonban nem gondoskodik (a nyílt források alapján) új, a műszaki csapatok számára beszerzendő megfelelő teherbírású, a vízi akadályok áthidalására szolgáló rendszerekről.

Ahogy azt az orosz–ukrán háború is bebizonyította, a csapatok előrevonására, az utánpótlás szállítására szolgáló hidak létfontosságúak a harc sikeres megvívása szempontjából. Ezek rombolása esetén a műszaki csapatoknak kell megteremteniük a harcoló és a logisztikai erők számára szükséges mozgás- és manőverszabadság feltételeit.<sup>3</sup>

Tanulmányomban áttekintem a haderőfejlesztési program irányát, a jelenleg rendszeresített és rendszerítés alatt álló páncélozott szállító és harcjárművek, harckocsik, hídvető harckocsik, műszaki mentő- és vontató járművek, valamint a nehéz hídrakó készlet és szalaghíd főbb jellemzőit. Javaslatot teszek az újonnan beszerzett Leopard 2 A7HU harckocsi vízi akadályon történő átkelésének biztosítására alkalmas hídkészletek beszerzésére.

A tanulmány elkészítéséhez nyílt szakirodalmi forrásokat használtam fel és elemeztem.

## Magyarország hadereje és a fejlesztésének iránya

A Magyar Honvédség szárazföldi haderejének modernizációjában a 21. század elején elsősorban a balkáni és afganisztáni stabilizációs és válságkezelő szerepvállalás miatt szükséges fejlesztések kerültek előtérbe, azonban ezek nem voltak hatással a szárazföldi haderőnem teljes egészére. Az új teherszállító gépjárművek rendszeresítése kivételnek tekinthető, amelyek beszerzése 2003-ban kezdődött meg, majd 2018-ban indult újra a Gépjármű Beszerzési Program (GBP) keretén belül, ez azonban csak vontatottan haladt. Kisebb-nagyobb mennyiségben mind a mai

<sup>2</sup> Magyarország domborzati és vízrajzi térképe [é. n.].

<sup>3</sup> KRAJNC 2019: 798.



napig megtalálhatók a Magyar Honvédség állományában a leváltani kívánt szovjet-orosz eredetű gépjárműtechnikai eszközök. Ebben az időszakban a modernizáció helyett az egyes fegyvernemek kötelékéből kivontak olyan eszközöket, amelyekkel a szárazföldi haderőnem jelentős képességvesztést szenvedett el. Ide sorolhatjuk a teljesség igénye nélkül a BMP–1 gyalogsági harcjárművek, a 2Sz1 önjáró lövegek és a BM–21 rakéta-sorozatvetők teljes, utód nélküli kivonását. Kijelenthetjük, hogy 2016-ra a szárazföldi haderőnem gerincét alkotó BTR–80 és BTR–80/A páncélozott szállító harcjárművek és a T–72 típusú közepes harckocsik minden kisebb fejlesztés ellenére reménytelenül elavultakká váltak.

A szárazföldi haderőnem teljes amortizálódása előtt, 2016-ban éppen időben érkezett az akkor Zrínyi 2026 előnévvel is ellátott Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program bejelentése.<sup>4</sup>

2018-ban kötöttek szerződést a Krauss-Maffei Wegmann vállalatcsoporttal 44 darab új Leopard 2 A7HU harckocsi és 24 darab PzH 2000 (Panzerhaubitze 2000) önjáró löveg, valamint az ezekhez tartozó kiegészítő eszközök és szolgáltatások beszerzésére. A kiképzésre további 12 darab Leopard 2 A4 (A4HU) harckocsit is bérelt a Magyar Honvédség, amelyek a bérleti idő letelte után szintén a haderő tulajdonába kerültek.<sup>5</sup> A harckocsik és önjáró lövegek támogatására beszerettek 3 darab Leguan 2HU típusú hídvető harckocsit és 5 darab Wisent 2HU típusú harckocsivontató/műszaki munkagépet is.<sup>6</sup>

2020-ban írt alá a magyar állam egy szerződést 218 darab Lynx gyalogsági harcjármű<sup>7</sup> és meg nem határozott számú Gidrán 4 × 4<sup>8</sup> kerékképletű MRAP<sup>9</sup>/M–ATV<sup>10</sup> kategóriájú jármű megvásárlásáról.

A fentiekben felsorolt korántsem teljes beszerzési lista mellett sor kerül a katonák egyéni felszerelésének megújítására is a haderőfejlesztési program egyik alapköveként, amely magában foglalja többek között az egyéni harcászati felszerelés, a fegyverzet és fegyveroptikai eszközök, valamint a katonák egyéni híradó és informatikai eszközeinek fejlesztését.<sup>11</sup>

Magyarország nemzeti katonai stratégiája szerint az ország biztonsága egymásra épülő pilléreken alapul, amelynek csak egyik pillére a korszerű nemzeti haderő. A Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program „végrehajtásával egyidejűleg kiemelt nemzeti stratégiai célkitűzés, hogy hazánk a régió meghatározó védelmi ipari központjává is váljon”.<sup>12</sup> E célkitűzés megvalósítása során alakították ki a HM Arzenál Elektromechanikai Zrt. kiskunfélegyházi üzemét a CZ fegyverek licenccgyártására, valamint Zalaegerszegen a Rheinmetall Hungary Zrt. Lynx gyalogsági harcjárműveket előállító üzemét. Várpalotán jelenleg épül egy lőszer- és robbanóanyaggyár, ahol elsősorban olyan típusú lőszerket fognak gyártani, amelyek kompatibilisek a Magyar Honvédség által rendszeresített és rendszeresítés alatt álló fegyverrendszerekkel. Győrben pedig a Rába Autóipari Holding Nyrt. készül fel a Gidrán MRAP/M–ATV járművek gyártására.

<sup>4</sup> Szűcs 2016.

<sup>5</sup> Új harckocsikat vesz a honvédség 2018.

<sup>6</sup> Kovács–EMBER 2023: 51–57.

<sup>7</sup> Lynx gyalogsági harcjárműveket kap a Magyar Honvédség 2020.

<sup>8</sup> Huszák 2021.

<sup>9</sup> MRAP – *Mine-Resistant Ambush Protected* – aknaálló, rajtaütésvédett.

<sup>10</sup> M–ATV – *MRAP All Terrain Vehicle*–MRAP terepjáró jármű.

<sup>11</sup> Honvédelmi Minisztérium 2022.

<sup>12</sup> 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozat.

## A Military Load Classification, avagy a járművek NATO szerinti tömegbesorolása

Magyarországon az utak és hidak teherbírását tonnában határozzák meg, de a szövetségi rendszerben szükség van a szabványos katonai tömegbesorolás alkalmazására, amely az esetlegesen beérkező tengerentúli katonák számára is világossá teszi a műtárgyak teherbírását.

A katonai tömegbesorolás (*Military Load Classification* – MLC) az Észak-atlanti Szerződés Szervezete által használt műszaki szabványrendszer, amely azt a terhelést mutatja, amelyet egy felület képes károsodás nélkül elviselni. A teherbíró képességet egész számokban kell feltüntetni, minden esetben felfelé kerekítve a lánctalpas, féllánctalpas és gumikerekes járművek, valamint a hidak és az utak esetében. A járműveket tömeg, típus és az útvonalakra gyakorolt hatás szerint osztályozzák.

A lánctalpas járműveket 4-től 150-ig terjedő MLC-számokkal jelölik. A NATO STANAG 2021 (Standardization Agreement: szabványosítási egyezmény) által használt MLC-szabvány az amerikai *short ton*, azaz rövid tonnát használja, ami pontosan 2000 fonttal egyezik meg, ez pedig 907,18 metrikus kilogrammot jelent. A lánctalpas eszközök esetében, ha az MLC értékéből az Európában használatos tonnát szeretnénk megkapni, akkor  $\sim 0,9$ -cel kell megszorozni.  $MLC\ 90 \times 0,9 = 80$  tonna. A szabványos lánctalpas járművek esetében a nyomtáv szélessége, hossza és távolsága alapján is meghatározzák az MLC-értéket.

A kerekes járműveket is 4-től 150-ig terjedő MLC-számokkal jelölik, ebben az esetben azonban ezek a számok a rövid tonnában kifejezett bruttó tömeg körülbelül 85%-ának felelnek meg. A szabványos kerekes járművek esetében a bruttó tömeg, a tengelyek száma, a tengely-távolság és a tengelyterhelés alapján is meghatározzák az MLC értékét.<sup>13</sup>

## A Magyar Honvédség jelenleg rendszeresített és rendszeresítés alatt álló páncélozott járműveinek főbb technikai jellemzői

Ebben a részben áttekintem a Magyar Honvédségben jelenleg rendszeresített orosz/szovjet és rendszeresítés alatt álló, a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében beszerzendő páncélozott eszközeinek főbb jellemzőit.

BTR–80 és BTR–80/A páncélozott szállító harcjárművek

A Magyar Honvédség az 1990-es évek elején kezdte meg az orosz eredetű BTR–80 típusú kerekes páncélozott szállító harcjárművek üzemeltetését. 1996 után az orosz államadósság terhére beérkező (a BTR–80/A típusváltozatú eszközöket is beleértve) teljes mennyiségük elérte a 600 darabot. Az eltérések alapvetően a két jármű tornyának felépítéséből és annak tömegéből fakadnak. A BTR–80/A teljes harci tömege mintegy 14,5 tonna, 30 mm-es 2A72-es géppágyút befogadó torony és a lőszer-javadalmazása miatt majdnem egy tonnával több, mint a csupán

<sup>13</sup> NATO STANAG 2021: Military Load Classification of Bridges, Ferries, Rafts and Vehicles.

14,5 mm-s KPVT géppuskával felszerelt BTR–80 alapváltozat.<sup>14</sup> A BTR–80 és 80/A páncélozott szállító harcjárművek úszóképesek, képesek vízi átkelés végrehajtására egy vízi üzemre történő felkészítést követően.<sup>15</sup> A HM Currus Gödöllői Harcjárműtechnikai Zrt. végrehajtotta néhány BTR–80 páncélozott szállító harcjármű átépítését műszaki mentő, sebesültszállító, vegyi, sugárfigyelő változatra, ez a járművek úszóképességét nem befolyásolja.<sup>16</sup>



1. ábra: BTR–80/A páncélozott szállító harcjármű vízi akadály leküzdése közben  
Forrás: TERNOVÁ CZ 2024

Gidrán 4 × 4-es kerékképletű MRAP/M–ATV jármű (Ejder Yalçın, Block 4.)

A Magyar Honvédség Afganisztánban szerzett tapasztalatai bebizonyították, hogy szükség van a műveleti területeken, még az általános személyszállítási és támogató feladatok ellátásához is, páncélozott eszközökre. Különösen igaz ez a harcterekre.

A HMMWV (*high mobility multipurpose wheeled vehicle*: nagy mozgékonyágú többcélú kerekes jármű) M1114 és M1165A1, vagy a MaxxPro Dash, illetve a MaxxPro Plus járművekkel nyert értékes tapasztalatok arra sarkallták a katonai és politikai döntéshozókat, hogy a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében ilyen, a béketámogató műveletekre optimalizált páncélozott járműveket is szerezzenek be. Megfelelő átalakítás után olyan támogató tevékenységek végrehajtására is alkalmazhatók, mint a páncéltörő rakétahordozó, rövid hatótávolságú légvédelmi rakétaindító platform, tűzérési megfigyelő, sebesültszállító, vagy akár a tűzszerész támogató jármű.<sup>17</sup> A Gidrán alapverziója kettős stabilizált, távirányított toronnyal rendelkezik, a felderítő, tűzvető rendszere el van látva nappali és éjszakai optikával, valamint automatikus célravezető rendszerrel és lézertáv mérővel. A toronyba integrálható fegyverek választéka

<sup>14</sup> POGÁCSÁS–OCSKAY 2016: 12–19.

<sup>15</sup> SZÚCS 2015.

<sup>16</sup> JASZTRAB–ISTÓK 2023: 17.

<sup>17</sup> FENYVES 2022: 7.

széles, 7,62 mm-es, 12,7 mm-es géppuskával és 40 mm-es gránátvetővel is felszerelhető. Harci tömege meghaladja a 16,5 tonnát. A harcjármű nem úszóképes, gázlóképessége 0,9 méter.<sup>18</sup>



2. ábra: Gidrán 4 × 4-es kerékképletű MRAP/M-ATV jármű  
Forrás: Gidrán 4 × 4 [é. n.]

### Lynx KF41 gyalogsági harcjármű

A Magyar Honvédség 2026-ig tűzte ki célul egy közepes és egy nehézdandár kialakítását. Ennek érdekében kezdődött meg a német Rheinmetall AG Lynx KF41 lánctalpas gyalogsági harcjárművének rendszeresítése.<sup>19</sup> A program keretében a szárazföldi haderőnem összesen 218 darab Lynx KF41 eszközt kap,<sup>20</sup> ez legalább három gépesített lövészászlóalj felszereléséhez elegendő.<sup>21</sup> A típusból több változat is tervezés alatt van. A toronnyal ellátott változatok a gyalogsági harcjármű, a felderítő, tüzér felderítő és a mobil vezetési pont. Hazánkban a toronnyal felszerelt változatok mindegyikét Lance 2.0 tornyokkal, és az azokba beépített MK30–2/ABM gépágyúkkal szerelik fel. A gépágyúnál lehetőség van űrméretváltásra (30 mm-ről 35-mm-re) nagyobb átalakítások végrehajtása nélkül.<sup>22</sup> A torony másodlagos fegyverzete 2/4 db Spike LR2 irányított páncéltörő rakéta.<sup>23</sup> A toronnyal ellátott verzió harci tömege 44 tonna. Tervezik még torony nélküli változatok kialakítását is, amelyek az önjáró aknavető, műszaki felderítő, harcjárművontató és sebesültszállító változatok lesznek.<sup>24</sup> A harcjármű nem úszóképes, gázlóképessége 1,5 méter.<sup>25</sup>

<sup>18</sup> OCSKAY–VÁGNER 2021: 51–54.

<sup>19</sup> FENYVESI 2022: 10–12.

<sup>20</sup> 218 darabot kap a Honvédség a világ egyik legkorszerűbb harcjárművéből 2020.

<sup>21</sup> NAVARRAI 2022.

<sup>22</sup> OCSKAY 2021: 56–62.

<sup>23</sup> OCSKAY 2020: 52–57.

<sup>24</sup> OCSKAY 2021: 60.

<sup>25</sup> OCSKAY 2020: 57.



3. ábra: Lynx KF41 gyalogsági harcjármű

Forrás: FÖLDES 2023

1. táblázat: A páncélozott szállítójárművek fontosabb harcászati adatai

Típus	BTR-80 <sup>26</sup>	BTR-80/A <sup>27</sup>	Gidrán <sup>28</sup>	Lynx KF41
Hosszúság (mm)	7 650	7 650	6 016	7 730
Szélesség (mm)	2 900	2 950	2 492	3 600
Magasság (mm)	2 460	2 910	3 345	3 430
Nyomtávolság (mm)	2 410	2 460	2 109	2 570 <sup>29</sup>
Hasmagasság (mm)	475	475	473	380 <sup>30</sup>
Harci tömeg (kg)	13 600	14 550	16 700	44 000 <sup>31</sup>
MLC	20	20	20	50
Szállítható személyek száma (fő)	3 + 7	3 + 6	3 + 6	3 + 8 (9)
Úszóképesség / Gázlóképesség (m)	úszóképes	úszóképes	Nem/0,9	Nem/1,5

Forrás: a szerző szerkesztése

## T-72 közepes harckocsi

A T-72 típusú harckocsi a szovjet hadiipar egyik legfejlettebb harceszköze volt az 1970–1980-as években. Fő fegyverzete a 125 mm-es 2A46M típusú sima csövű L/48-as kaliberhosszúságú harckocsiágyú. Tömege 45 tonna. Több változatban is gyártották, például a Szovjetunió/Oroszország mellett Lengyelországban és Csehszlovákiában, valamint tovább is fejlesztették. A Magyar Néphadseregben és a Magyar Honvédségben közel 240 darab szolgált a típusból, néhány példány jelenleg is rendszerben van.<sup>32</sup> A harckocsi rendelkezik víz alatti átkelő készlettel, amelynek felhasználásával, rövid előkészítési idő után akár 5 méter mélységű álló- és folyóvizek leküzdésére is képes, természetesen a meder megfelelő előkészítését követően.<sup>33</sup>

<sup>26</sup> FENYVESI 2022: 8.

<sup>27</sup> FENYVESI 2022: 8.

<sup>28</sup> FENYVESI 2022: 8.

<sup>29</sup> FENYVESI 2022: 12.

<sup>30</sup> FENYVESI 2022: 12.

<sup>31</sup> A gyártó által közölt adatok alapján: [https://rheinmetall-defence.com/en/rheinmetall\\_defence/index.php](https://rheinmetall-defence.com/en/rheinmetall_defence/index.php)

<sup>32</sup> T-72 közepes harckocsi [é. n.b].

<sup>33</sup> T-72 közepes harckocsi [é. n.a].



4. ábra: T-72 közepes harckocsi

Forrás: a szerző felvétele

### Leopard 2A4 harckocsi

A Leopard 2 típuscsalád különböző változataiból eddig több mint 3000 darab, míg a Leopard 2A4 harckocsiból 1985 és 1992 között több mint 1800 darab készült. Megtartotta a Leopard 1 mozgékonyágát,<sup>34</sup> de annál nagyobb tűzerejű, 120 mm-es Rh120-as típusú sima csövű L/44 kaliberhosszúságú (a 2A6 típusváltozattól kezdve L/55 kaliberhosszúságú) harckocsiágyúval és erősebb kompozitpáncélzattal gyártották. Harci tömege 55 tonna. A 4 fős kezelőszemélyzet tagjai közül a vezető a jobb oldalon ül a páncéltestben, míg a kezelőszemélyzet további 3 tagja – az irányzó, a parancsok és a töltőkezelő – a toronyban látja el feladatát.<sup>35</sup> A Leopard 2 nem úszóképes, azonban légzőcső használatával, minimális külső előkészítéssel akár 4 méter mélységig víz alatti átkelésre is alkalmas, a meder megfelelő előkészítését követően.<sup>36</sup>



5. ábra: Leopard 2A4 harckocsi

Forrás: Megérkezett Tatára mind a 12 Leopard 2A4 harckocsi 2020

<sup>34</sup> KELECSÉNYI 2019: 54c.

<sup>35</sup> KURCZ-VÉG-HEGEDŰS 2020: 2–7.

<sup>36</sup> KELECSÉNYI 2019: 51a.



6. ábra: Leopard 2 típusú harckocsi víz alatti átkelése

Forrás: a szerző felvétele

## Leopard 2 A7HU harckocsi

A Leopard 2 A7HU harckocsiból hazánk 44 darabot, vagyis 1 zászlóalj felszerelésére elegendő mennyiséget rendszeresít. Ez a harckocsi a világ jelenleg legmodernebb haditechnikai eszközei közé tartozik, fő fegyvere a Rheinmetall Rh120 típusú, L/55 kaliberhosszúságú, 120 mm-es harckocsiágyú. A harckocsi felszerelhető a lakott területen vívott harctevékenység során úgynevezett 360°-os, valamint improvizált robbanóeszközök elleni kiegészítő páncélzattal (úgynevezett *urban kittel*), ekkor harci tömege akár a 73 tonnát is elérheti. A kezelőszemélyzet elhelyezkedése megegyezik a Leopard 2A4-es változatával. A harckocsi nem úszóképes, azonban előkészítés nélkül képes 1,2 m mélységű, előkészítéssel 2,25 méter mély gázlón, valamint 4 méter mélységű víz alatt átkelni, a meder megfelelő előkészítését követően.<sup>37</sup>



7. ábra: Leopard 2 A7HU harckocsi

Forrás: A világ egyik legkorszerűbb harckocsija érkezett Magyarországra 2023

<sup>37</sup> TÓTH 2022: 27–32.

## Panzerhaubitze (PzH) 2000 önjáró löveg

A Magyar Honvédség tüzérsége a Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program kezdetére már reménytelenül elavult, csak a 152 mm-es D-20 típusú vontatott ágyútarakkal rendelkezett. A korábban használt, de az 1990-es években kivont 122 mm-es 2Sz1 Gvozdika, illetve a 2004-ben kivont 152 mm-es Akacija 2Sz3 önjáró lövegek képességeire azonban egy modern haderőben szükség van. Ezért döntött a Kormány 24 darab német fejlesztésű 155 mm-es L/52 kaliberhosszúságú löveggel felszerelt páncélozott önjáró tarack beszerzéséről. Ez a mennyiség egy tüzérosztály feltöltésére elég, amely 3 darab 8 löveges ütegből áll. Az önjáró löveg kezelőszemélyzete 5 fő, automatizált töltőberendezéssel felszerelt (ebben az esetben 3 fő is kezelheti: lövegparancsnok, irányzó és egy töltőkezelő), nagy tűzgyorsaságú és megbízhatóságú tüzérségi eszköz. A hegesztett acélpáncélzat viszonylag vékony, elsősorban a kézifegyverek lövedékeitől és a repesztől, szemből pedig maximum 14,5 mm-es lövedékektől biztosít védelmet, azonban kiegészítő és reaktív páncélzattal is felszerelhető.<sup>38</sup> Harci tömege meghaladja az 55 tonnát. Az önjáró löveg nem úszóképes, azonban előkészítés nélkül 1,5 méter mély gázlón képes áthaladni.<sup>39</sup>



8. ábra: Panzerhaubitze 2000 önjáró löveg

Forrás: A honvédség motivált fiatalokat vár a PzH 2000 önjáró lövegre 2024

<sup>38</sup> FENYVESI 2022: 19–20.

<sup>39</sup> SÁRY 2020: 53–59.



2. táblázat: A harckocsik és a PzH 2000 fontosabb harcászatechnikai adatai

Típus	T-72	Leopard 2 A4 <sup>40</sup>	Leopard 2 A7HU <sup>41</sup>	PzH 2000 <sup>42</sup>
Hosszúság (mm)	7 700	9 670	10 970	11 670
Szélesség (mm)	3 600	3 740	4 000	3 580
Magasság (mm)	2 200	2 990	3 130	3 460
Harci tömeg (kg)	44 000	55 100	73 000	55 300
MLC	50	60	82	60
Kezelőszemélyzet (fő)	3	4	4	5
Gázlóképesség előkészítés nélkül (m)	1,2	1,2	1,2	1,5
Víz alatti átkelés (m)	5	4	4	nem képes

Forrás: a szerző szerkesztése

## Egyéb páncélozott rendszeresített és rendszeresítés alatt álló járművek

Az alábbiakban bemutatom a Magyar Honvédségnél rendszeresített és rendszeresítés alatt álló főbb páncélozott műszaki mentő/vontató járműveket, amelyek feladata elsősorban a lövés, harckocsizó és tüzér alegységek meghibásodott vagy megsérült eszközeinek műszaki mentése, vontatása és a 60 méter szélességet meg nem haladó árkokon, vízfolyásokon történő áthaladásuk biztosítása rohamhidak telepítésével.

### VT-72B műszaki-mentő-vontató jármű

A VT-72B mentő-vontató járművet csak néhány példányban rendszeresítette a Magyar Honvédség. A jármű alapját a T-72 harckocsi adja, de a különleges feladatnak megfelelő átépítést Csehszlovákiában hajtották végre. 1988-tól 1995-ig gyártották.<sup>43</sup> A 45,8 tonnás harci tömegű jármű rendelkezik egy 19 tonna teherbírású daruval és egy 3,36 méter széles tolólapal. A túlélőképességének javítása érdekében felszerelhető reaktív páncézzal. Önvédelmi fegyverzete egy darab 7,62 és egy 12,7 mm-es NSZVT géppuska. A kezelőszemélyzet létszáma 2 fő. Nem úszóképes, 1,2 méter mély gázlón képes átkelni.<sup>44</sup> Rövid előkészítést követően képes víz alatti átkelésre 5 méter mélységig, maximálisan 1000 méter hosszan, a meder megfelelő előkészítését követően.<sup>45</sup>

<sup>40</sup> FENYVESI 2022: 18.

<sup>41</sup> TÓTH 2022: 29.

<sup>42</sup> SÁRY 2020: 53–59.

<sup>43</sup> A mostohatestvér 2013.

<sup>44</sup> *The Slovakia T-72B Armored Recovery Vehicle* [é. n.].

<sup>45</sup> FARKAS 2024: 16.



9. ábra: VT-72B műszaki-mentő-vontató jármű

Forrás: Szűcs 2012

### Bergepanzer BPz 3 Büffel műszaki-mentő-vontató jármű

A Rheinmetall cég 1992 óta gyártja a Leopard 2 alvázán alapuló Bergepanzer-3 műszaki-mentő-vontató járműveket. A torony helyén, a páncéltest jobb oldalán található egy 30 tonna teherbírású, 270°-ban elfordítható gémmel rendelkező daru. A jármű első részére egy hidraulikusan mozgatható tolólapot terveztek. A beépített csörlő vonóereje 35 tonna, de 2 csiga segítségével akár 105 tonnát is meg tud mozgatni. A jármű önvédelmét egy M3 géppuska biztosítja. A kezelőszemélyzet páncélozott felépítményben foglal helyet és 3 főből áll (vezető, parancsnok és gépkezelő). A Büffel fő feladatai közé tartozik az MLC80 kategóriájú lánctalpas járművek mentése nehéz terepen, nehéz lánctalpas járművek vontatása terepen és közúton, lánctalpas járművek biztosítása vízi átkelés során, valamint a nehéz karbantartási munkák támogatása. A Büffel saját tömege 54 tonna, az általa vontatható tömeg pedig 62 tonna.<sup>46</sup> A jármű nem úszóképes, azonban előkészítés nélkül képes 1 méter mélységű gázlón, előkészítéssel pedig 4 méter mélységű víz alatt átkelni, a meder megfelelő előkészítését követően.<sup>47</sup>

<sup>46</sup> KELECSÉNYI 2019b: 69.

<sup>47</sup> *Bergepanzer 3 Büffel* [é. n.].



10. ábra: Bergpanzer BPz 3 Buffel motort cserél egy PZH 2000-es önjáró lövegen

Forrás: Der Bergpanzer 3 Buffel in Aktion [é. n.]

### WiSENT 2HU harckocsivontató/műszaki munkagép

A torony nélküli Leopard 2 módosított harcjárműtesten kialakított WiSENT 2HU harckocsivontató/műszaki munkagép fő feladata a Magyar Honvédségnél rendszeresített harckocsik és az önjáró lövegek harctámogatása. Ennek érdekében 5 darabot rendeltek. A jármű küzdőtérében helyet foglaló 3 fős kezelőszemélyzet számára (parancsnok, járművezető és gépkezelő) a páncélzat magas szintű védelmet biztosít, de kiegészítő páncélzat felszerelésével ez fokozható. A jármű önvédelméről egy 12,7 mm űrméretű géppuskával felszerelhető távirányítású fegyverállvány gondoskodik. A harcjárműtest jobb oldalára szerelt daru 32 tonna teher emelésére alkalmas. A nehéztechnika mentéséhez és mozgatásához használható fő csörlő vonóereje 40 tonna. A harckocsivontató hátsó részére felszerelhető egy speciális harctéri kamerával ellátott vontatórendszer, amellyel bármilyen Leopard harcjárműtesten alapuló jármű vonóhorgához a küzdőtérből vezényelt távirányítással azonnal kapcsolódni lehet. A WiSENT 2HU harckocsivontató többfunkciós kialakítású, átalakítható WiSENT 2 AEV műszaki munkagéppé, WiSENT 2 BL hidrakó eszközzé és Wisent 2 MB átjárónyitó járművé. Az eszköz tömege 60 tonna. A jármű nem úszóképes, azonban képes 2,25<sup>48</sup> méter mélységű gázlón, valamint 4 méter mélységű víz alatt átkelni, a meder megfelelő előkészítését követően.<sup>49</sup>

<sup>48</sup> WiSENT 2. *The Ultimate Armoured Support Platform* [é. n.].

<sup>49</sup> KOVÁCS–EMBER 2023: 51–57.



11. ábra: Wisent2 ARV

Forrás: WISENT 2 – The Unstoppable Support Vehicle [é. n.]

3. táblázat: A mentő-vontató járművek fontosabb harcászati-technikai adatai

Típus	VT-72B	Bergepanzer 3 BPz 3 Büffel	WISENT 2HU
Hosszúság (mm)	8 150	9 070	9 260
Szélesség (mm)	3 460	3 540	3540
Magasság (mm)	2 640	2 990	2 780
Harci tömeg (kg)	45 800	54 300	60 000
MLC	50	60	70
Kezelőszemélyzet (fő)	2	3	3
Gázlóképeség előkészítés nélkül (m)	1,2	1	2,25
Víz alatti átkelés (m)	5	4	4

Forrás: a szerző szerkesztése

### BLG–60 hídvető harckocsi

A BLG–60 típusú hídvető harckocsi az egykori Kelet-Németország és Lengyelország közös fejlesztése volt, bázisa egy korszerűsített T–55A típusú harckocsialváz. A torony és fegyverzet nélküli páncéltestre van felszerelve az ollószerűen szétnyitható és telepíthető nyompályás hídszerkezet. A kezelőszemélyzet 2 fő (parancsnok és járművezető). A hídvető harckocsi rendeltetése a 18 méternél nem szélesebb árkok, vízfolyások leküzdésére szolgáló 3,27 méter szélességű és 60 tonna (lánctalpas terhelés) vagy 8 tonna tengelyterhelés (kerekes járművek esetén) teherbírású híd telepítése. A harckocsi vezetője vezérli a hidraulikus berendezést, amely 3–4 perc alatt képes a hidat lerakni vagy felszedni. Az eszköz tömege a szállított hídelemmel együtt 40 tonna.<sup>50</sup>

<sup>50</sup> BAKOS–KAPUSZTA 2023: 41–51.



12. ábra: BLG–60 hídvető harckocsi

Forrás: NAGY–PETROVICS 2019

## Leopard 2 Leguan hídvető harckocsi

A Leopard 2 Leguan hídvető harckocsi alapja egy korszerűsített Leopard 2 harckocsi. A torony nélküli páncéltestre van felszerelve a moduláris Leguan hídvető rendszer. Alapvető tulajdonságai – a védettségének szintje és a mobilitása – megegyeznek egy Leopard 2A5 harckocsiéval. A kezelőszemélyzet 2 fő (parancsnok és járművezető). A harckocsi parancsnoka vezérli a horizontális telepítési módú hídrakó berendezést. A jármű önvédelmét egy 7,62 mm-es géppuska biztosítja. A Leguan 2-höz tartozik egy, a jármű elejére felszerelhető tololap, amellyel a jármű képes a hídvetés területének megtisztítására, akadálymentesítésére, illetve a jármű helyzetének stabilizálására a híd telepítése folyamán. A hídvető harckocsihoz kétfajta hídkészlet alkalmazható. Az egyik a 2 részből álló, összekapcsolható, összesen 26 méter hosszúságú rohamhíd, ennek árokáthidaló képessége 24 méter, a tömege 11 tonna. A másik pedig 2 darab, egymástól különálló, 14 méter hosszúságú hidat tartalmazó rohamhídkészlet, ennek árokáthidaló képessége 12 méter és a tömege 5,5 tonna. A jármű harci tömege (rohamhíddal együtt) meghaladhatja a 65 tonnát. A rohamhidak kombinált telepítése is lehetséges, ebben az esetben az áthidaló képesség maximum 52–60 méter. A hidak teherbírása az MLC80 szabványnak felel meg. Ez alapján a rohamhíd lánctalpas járművek esetén 72,6 tonnáig, míg a kerekes járművek esetén 83,5 tonnáig terhelhető. Speciális esetekben a rohamhíd terhelhetősége MLC110 is lehet, de ebben az esetben speciális előkészületek szükségesek.<sup>51</sup> A Magyar Honvédség által rendszeresített változat képessé tehető a hídrakóhely távvezérléssel történő megközelítésére és ott a rohamhíd vetésére, majd használat után a híd visszavételére.<sup>52</sup>

<sup>51</sup> BAKOS–KAPUSZTA 2023: 41–51.

<sup>52</sup> OCSKAY 2023: 27–32.



13. ábra: Leopard 2 Leguan hídvető harckocsi

Forrás: SNOJ–KORMÁNY 2023

## A Magyar Honvédség műszaki csapatainál rendelkezésre álló hídrendszerek rövid bemutatása

A Szentesen települő Magyar Honvédség II. Rákóczi Ferenc 14. Műszaki Ezred Hídépítő Zászlóaljának egyik elsődleges feladata a híd- és deszantátkelőhelyek berendezése, valamint azok fenntartása.<sup>53</sup> Röviden áttekintem a rendelkezésükre álló hídrendszerek műszaki jellemzőit.

### TMM–3<sup>54</sup> nehéz hídrakó készlet

A TMM–3 KRAZ–255 és –260 típusú tehergépkocsi alvázra szerelt, ollós rendszerű, nyompályás, gyors telepítésű hadihíd-készlet.<sup>55</sup> A nehéz hídrakó felszerelés rendeltetése 60 tonna össztömegű lánctalpas vagy 11 tonna tengelyterhelésű kerekes járművek átkelésének biztosítása maximum 3 méter mélységű és 40 méter szélességű akadály (árkok, tölcserék, vízfolyások) felett. Egy hídkészlet, amely egy szakaszba van szervezve, 3 darab bakaljzatú és 1 darab bakaljzat nélküli hídelemből áll. Kettő darab hídkészlet anyagának összekapcsolásával kivételes esetben akár 70 méter szélességű akadály is leküzdhető 3 méteres mélységig, ebben az esetben azonban drótkötelekkel kell merevíteni a hídszerkezetet. A hídrakó készlet hátránya, hogy hídmező fedélzetén a két nyompálya között 80 centiméteres rés található, ami megnehezíti, egyes esetekben lehetetlenné teszi az áthaladást.<sup>56</sup> Gulyás András úgy vélte, hogy a rendszer kivonása és más eszközzel történő helyettesítése 2010 körül szükséges.<sup>57</sup>

<sup>53</sup> Magyar Honvédség II. Rákóczi Ferenc 14. Műszaki Ezred 2022.

<sup>54</sup> Тяжелый мехнизированный мост – Nehéz hídrakó készlet.

<sup>55</sup> CSORDÁS NÉ 2018.

<sup>56</sup> SZABÓ 2009: 9–10.

<sup>57</sup> GULYÁS 2001: 64–67.



14. ábra: TMM-3 nehéz hídrakó készlet

Forrás: MH 37. II. Rákóczi Ferenc Műszaki Ezred – KIRÁLY 2022

### PMP<sup>58</sup> hadihíd-oszlop (szalaghíd)

A Szovjetunióban 1947-ben kezdték egy új típusú szalaghíd kifejlesztését, ez volt a PMP, amelyet 1962-től rendszeresítettek.<sup>59</sup> A Magyar Honvédség II. Rákóczi Ferenc 14. Műszaki Ezred<sup>60</sup> alegységeinél rendszeresített, hid- és kompátkelőhely berendezésre alkalmas speciális eszközkészlet. Egy hídkészlet anyagából 20 tonna teherbírású és 382 méter hosszú vagy 60 tonna teherbírású és 227 méter hosszú hidak építhetők.<sup>61</sup> Ezenkívül készíthetők alap- és nem alaptípusú, 20 és 170 tonna közötti terhelhetőségű áthajózási kompok. Egy hadihíd-oszlop készlet elemei a következők: 32 db folyami hídkomp, 4 db parti hídkomp, 2 db nyompálya-burkolatos elem, 12 db BMK-130M típusú vontató motorcsónak, továbbá a hadihíd-oszlop elemeit szállító és vontató nehéz tehergépjárművek.<sup>62</sup>

<sup>58</sup> Понтонно-мостовой парк – Hadihíd-oszlop.

<sup>59</sup> Pontonpark PMP [é. n.].

<sup>60</sup> TAKÁCS 2014.

<sup>61</sup> Pontonpark PMP [é. n.].

<sup>62</sup> SZABÓ 2009: 9.



15. ábra: PMP-szalaghíd

Forrás: a szerző felvétele

A fentiek alapján megállapítható, hogy jelenleg a Magyar Honvédség műszaki alegységeinél rendszeresített szovjet/orosz eredetű haditechnikai eszközök kiszolgálására kiválóan megfeleltek, azonban nem, vagy csak korlátozottan képesek kiszolgálni az újonnan beszerzett, Leopard alvázal rendelkező harckocsik, hidvető harckocsik és műszaki munkagépek vízi átkelését.

A jelenleg rendszerben álló hidépítő és átkelőeszközök felhasználásával csak kompátkeléssel biztosított egy széles és 4 méternél mélyebb vízi akadály leküzdése, ezért a következőkben felvetek néhány lehetséges megoldási javaslatot erre a problémára.

## Leopard 2 A7HU harckocsik jövőbeni vízi átkelésének biztosítása

A LEGUAN moduláris hídrendszer

Úgy vélem, hogy bármilyen beszerzéskor, a kisebb szélességű akadályok (árkok, tölcsepek, vízfolyások) esetén a Leguan hídrendszer egy minden szempontból megfelelő megoldás lehet. Előnyei közé tartozik, hogy már rendszeresítve van a Magyar Honvédségben, igaz Leopard 2A5 alvázon, a rendszer azonban telepíthető tehergépjárművekre is, s ez nagyfokú mozgékonyt biztosít számára,<sup>63</sup> így kísérőhídként is kiválóan alkalmazható. Logisztikai szempontból is előnyös, hogy ugyanaz a rendszer (igaz, más hordozó eszközön) van rendszeresítve a szárazföldi haderőnem minden alegységénél.

A TMM-3 nehéz hidrakó készlethez viszonyítva képességvesztést jelent, hogy a LEGUAN maximális áthidalóképessége mindössze 60 méter annak 70 méteres maximális fesztség helyett, azonban teherbírása lánctalpas eszközök esetén 12,6 tonnával magasabb.

<sup>63</sup> LEGUAN – *Synonymous with Maximum Performance Interoperability* [é. n.].



A hídrendszer kiegészítő felszereléssel ellátva áthajózási kompként is alkalmazható.<sup>64</sup> A fentiek figyelembevételével megoldást kínálhat a bevezetésben megfogalmazott problémára.

### M3 szalaghídrendszer

A General Dynamics European Land Systems által 1982 és 1992 között kifejlesztett M3 rendszer szalaghídként és áthajózási kompként egyaránt alkalmazható. Szalaghídként alkalmazva képes maximum MLC 85 lánctalpas (beleértve Leopard 2, M1A2 Abrams, Challenger 2) vagy MLC 132 kerekes járművek átkelésének biztosítására a vízi akadályon keresztül. Egyetlen kétfülkés M3 kételtű jármű a vízbehajtás után kompként alkalmazva képes egy MLC70 lánctalpas jármű átszállítására. A rendszer tesztjeit sarkvidéki, közép-európai és trópusi éghajlati körülmények között is elvégezték. A rendszer interoperábilis a nyugati hadseregekben rendszeresített szalaghídkészletekkel, mint az SRB- (*standard ribbon bridge*), az FSB- (*floating support bridge*) és az IRB- (*improved ribbon bridge*) rendszerek.<sup>65</sup> Az M3 a szárazföldön négykerék-meghajtású, négykerék-kormányzású jármű, maximális országúti sebessége 80 km/óra. A vízben a mozgatásáról 2 vízugarhajtómű gondoskodik, amelyekkel a sebessége teljes terheléssel körülbelül 9 km/h, kisebb teherrel pedig 14 km/h. Úgy vélem, hogy az M3 szalaghídrendszer beszerzése és rendszeresítése a PMP szalaghíd felújítása és megtartása esetén is jelentős képességnövekedést jelent.



16. ábra: Egy M3 kételtű jármű a szárazföldön és több darab összekapcsolva kompként alkalmazva  
Forrás: General Dynamics European Land Systems [é. n.]

<sup>64</sup> LEGUAN – *Synonymous with Maximum Performance Interoperability* [é. n.].

<sup>65</sup> General Dynamics European Land Systems [é. n.]; M3 Amphibious Bridging and Ferrying System 2010.

## LSB Mabey Logisztikai Támogató Híd<sup>66</sup>

Ez a híd nem tartozik az akadályok leküzdésére szolgáló, eddig felsorolt hidak közé, azonban egy haderő sem nélkülözheti a fő ellátási – az után- és hátraszállítási – útvonalakon a szállítmányok zökkenőmentes mozgását. A hidat az angol Mabey & Johnson cég tervezte és gyártja. A magyar műszaki csapatoknak már van tapasztalata a cég hídrendszereivel.<sup>67</sup> A hídrendszer alkalmazható katonai és polgári, állandó és ideiglenes hídként a sérült és nem megfelelő teherbírású hidak kiváltására, akár „ráépített” hídként is. A hídrendszer által áthidalható akadály szélessége 9,144 és 60,96 méter közötti. Képes maximum MLC 85 lánctalpas vagy MLC 110 kerekes járművek áthaladásának biztosítására. Az útpálya szélessége 4,2 méter A szerkezetből többnyílású híd is kialakítható fix vagy úszó alátámasztással. Készletezése és egyszerű szállíthatósága gyors alkalmazást tesz lehetővé.<sup>68</sup>



17. ábra: LSB Mabey Logisztikai Támogató Híd

Forrás: [www.mabeybridge.com](http://www.mabeybridge.com)

## Összegzés

Tanulmányomban áttekintettem a Magyar Honvédség jelenleg is zajló modernizációjának főbb lépéseit. Az átfogó modernizációs folyamat azt a célt szolgálja, hogy lecseréljék a fizikailag és technikailag is amortizálódott, előregedett haditechnikai eszközöket, újra kialakítsák a rendszerváltást követően felszámolt képességeket, és a kor színvonalán álló olyan új képességeket hozzanak létre, amelyek nélkülözhetetlenek egy modern haderőben, mindamelllett kidolgozzák az új stratégiai és doktrinális megközelítéseket. A Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program végrehajtásával egyidejűleg kiemelt nemzeti stratégiai célkitűzés, hogy hazánk a régió meghatározó védelmi ipari központjává is váljon, az ehhez szükséges fejlesztések megkezdődtek, egyes üzemek már megkezdtek a működésüket, míg a többi telepítése folyamatban van.

<sup>66</sup> Mabey Logistic Support Bridge [é. n.].

<sup>67</sup> JUHÁSZ 2011.

<sup>68</sup> SZABÓ–KOVÁCS–TÓTH 2014: 24–28.

Ráműtöttem arra, hogy az újonnan beszerzett haditechnikai eszközök tömege jelentősen meghaladja a régi szovjet-orosz eredetű hasonló feladatkörű eszközökét.

Ahogy azt az orosz–ukrán háború is bizonyította, a háborús tevékenységek során, elsősorban a művelési területen található hidak és átkelési lehetőségek rombolása jelentősen megnehezíti a csapatok elővonását, harcadatainak teljesítését a szükséges logisztikai szállítások időbeli végrehajtását, éppen ezért szükséges a műszaki csapatok számára rendelkezésre álló eszközpark bővítése, például LSB Mabey Logisztikai Támogató Híd beszerzésével.

Ráműtöttem arra, hogy az újonnan beszerzett Lynx gyalogsági harcjárművek nem úszóképesek, gázlóképességük pedig minimális, ezért csak hidakon vagy komppal átszállítva kelhetnek át a 1,5 méternél mélyebb vízi akadályokon.

Javaslatot tettem az újonnan beszerzett Leopard 2 A7HU harckocsi víz feletti átkelésének biztosítására alkalmas hídkészletek beszerzésére, mert a jelenleg rendszeresített eszközök nem teszik lehetővé az új harckocsik széles vízi akadályokon történő átjutását. A folyóink mélysége miatt pedig csak néhány helyen képes gázlóátkelésre, de a nagy tömege miatt ott is csak a meder jelentős megerősítését követően.

## Felhasznált irodalom

- 218 darabot kap a Honvédség a világ egyik legkorszerűbb harcjárművéből (2020). *Portfolio.hu*, 2020. szeptember 9. Online: <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20200909/218-darabot-kap-a-honvedseg-a-vilag-egyik-legkorszerubb-harcjarmuvebol-448044>
- A honvédség motivált fiatalokat vár a PzH 2000 önjáró lövegre (2024). *Honvedelem.hu*, 2024. február 6. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/a-honvedseg-motivalt-fiatalokat-var-a-pzh-2000-onjaro-lovegre.html>
- A Kormány 1393/2021. (VI. 24.) Korm. határozata Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról A mostohatestvér (2013). *Honvedelem.hu*, 2013. április 9. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/hazai-hirek/a-mostohatestver.html>
- A világ egyik legkorszerűbb harckocsija érkezett Magyarországra (2023). *Honvedelem.hu*, 2023. december 15. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/a-vilag-egyik-legkorszerubb-harckocsija-erkezett-magyarorszagra.html>
- BAKOS Tamás – KAPUSZTA Bálint Gábor (2023): A Magyar Honvédség új hídvető képessége – Leopard 2 Leguan. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(1), 41–51. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.1.3>
- Bergepanzer 3 Buffel* [é. n.]. Online: <https://www.militarytoday.com/engineering/buffel.htm>
- CSORDÁSNE NEHÉZ Zsuzsanna (2018): Nehéz hidrakóval könnyedén. *Honvedelem.hu*, 2018. augusztus 4. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/hazai-hirek/nehez-hidrakoval-konnyeden.html>
- Der Bergepanzer 3 Büffel in Aktion* [é. n.]. Online: <https://www.bundeswehr.de/de/ausruistung-technik-bundeswehr/landsysteme-bundeswehr/bergepanzer-3-bueffel>
- FÖLDES Attila (2023): Mozgó erőd magyar rendszámmal: Lynx KF41. Kipróbáltuk: Lynx KF41. *Vezess.hu*, 2023. november 24. Online: <https://www.vezess.hu/magazin/2023/11/24/mozgo-erod-magyar-rendszammal-lynx-kf41/>
- General Dynamics European Land Systems [é. n.]: *M3*. Online: <https://www.gdels.com/m3.php>
- GULYÁS András (2001): A Magyar Honvédség műszaki technikái eszközeinek jelenlegi állapota és a fejlesztés-korszerűsítés lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 11(3–4), 60–79.
- FARKAS Zoltán (2024): Páncélozott műszaki mentő járművek, II. rész. *Haditechnika*, 58(2), 12–16. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.58.1.03>

- FENYVESI Csaba (2022): *A Magyar Honvédségben rendszeresített új haditechnikai eszközök befolyása a mozgékonyásra*. Diplomamunka. NKE Hadtudományi és Honvédtisztisképző Kar Hadászati Tanszék Katonai Vezetői Mesterszak.
- Gidrán 4 × 4 [é. n.]. Online: [https://www.nurolmakina.hu/hu/a-jarmuvek/gjdran-4 × 4-46](https://www.nurolmakina.hu/hu/a-jarmuvek/gjdran-4-x-4-46)
- Honvédelmi Minisztérium (2022): A katonák egyéni felszerelésének megújulása a haderőfejlesztési program egyik alapköve. *Honvedelem.hu*, 2022. július 30. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/a-katonak-egyeni-felszerelésenek-megujulasa-a-haderofejlesztési-program-egyik-alapkove.html>
- HUSZÁK Dániel (2021): Célegyenesben az újabb honvédségi páncélos-beszerzés. *Portfolio.hu*, 2021. október 10. Online: <https://www.portfolio.hu/global/20211010/celegyenesben-az-ujabb-honvedsegi-pancelos-beszerzes-504382>
- JASZTRAB Péter János – ISTÓK Róbert (2023): A világitás katonai vonatkozásai. 5/1. rész: Légi, közúti, vasúti és vízi járművek világitása. *Hadmérnök*, 18(2), 5–30. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2023.2.1>
- JUHÁSZ László (2011): Mabey & Johnson hidépítő kiképzés. *Honvedelem.hu*, 2011. június 14. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/mabey-johnson-hidepito-kikepzes.html>
- KELECSÉNYI István (2019a): A harcmezők „nagymacskái” – a Leopard 2-es harckocsicalád. I. rész. *Haditechnika*, 53(3), 47–51. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.53.3.09>
- KELECSÉNYI István (2019b): A harcmezők „nagymacskái” – a Leopard 2-es harckocsicalád. II. rész. *Haditechnika*, 53(4), 64–69. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.53.4.12>
- KELECSÉNYI István (2019c): A harcmezők „nagymacskái” – a Leopard 2-es harckocsicalád III. rész. *Haditechnika*, 53(5), 49–54. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.53.5.11>
- KOVÁCS Zoltán – EMBER István (2023): Új nehézgép a Magyar Honvédségben: WiSENT 2HU. *Haditechnika*, 57(3), 51–57. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.57.3.09>
- KRAJNC Zoltán főszerk. (2019): *Hadtudományi lexikon*. Budapest: Dialóg Campus.
- KURCZ Kristóf – VÉG Róbert – HEGEDŰS Ernő (2020): A Leopard 2 harckocsicalád és a Magyar Honvédség 2A4 és 2A7+ típusváltozatai. I. rész. *Haditechnika*, 54(5), 2–7. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.54.5.01>
- LEGUAN – *Synonymous with Maximum Performance Interoperability* [é. n.]. Online: <https://www.knds.de/en/systems-products/tracked-vehicles/bridges/leguan/>
- Lynx gyalogsági harcjárműveket kap a Magyar Honvédség (2020). *Honvedelem.hu*, 2020. szeptember 9. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/lynx-gyalogsagi-harcjarmuveket-kap-a-magyar-honvedseg.html>
- M3 Amphibious Bridging and Ferrying System (2010). *Army Technology*, 2010. július 5. Online: <https://www.army-technology.com/projects/m3amphibiousbridging/?cf-view>
- Mabey Logistic Support Bridge [é. n.]. Online: <https://www.mabeybridge.com/products/bridging/mabey-logistic-support-bridge>
- Magyar Honvédség II. Rákóczi Ferenc 14. Műszaki Ezred (2022). *Honvedelm.hu*, 2022. december 21. Online: <https://honvedelem.hu/alakulat/magyar-honvedseg-ii-rakoczi-ferenc-14-muszaki-ezred.html>
- Magyarország domborzati és vízrajzi térképe [é. n.]. Online: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/termeszetismeret/ember-a-termeszetben-5-osztaly/magyarorszag-domborzati-es-vizrajzi-terkepe/magyarorszag-vizrajza>
- Megérkezett Tatára mind a 12 Leopard 2A4 harckocsi (2020). *Portfolio.hu*, 2020. december 3. Online: <https://www.portfolio.hu/global/20201203/megerkezett-tatara-mind-a-12-leopard-2a4-harckocsi-460280>
- MH 37. II. Rákóczi Ferenc Műszaki Ezred – KIRÁLY Róbert Sándor (2022): Nehézhídrakó kiképzés Szentesen. *Honvedelem.hu*, 2022. május 13. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/nehvezhid-rako-kikepzes-szentesen.html>
- NAGY Norbert – PETROVICS Renáta (2019): Hosszú a híd a Leguánig. *Honvedelem.hu*, 2019. december 10. Online: <https://honvedelem.hu/galeriak/hosszu-a-hid-a-leguanig.html>

- NAVARRAI MÉSZÁROS Márton (2022): A Lynx új dimenzióba helyezi a szárazföldi hadviselést. *Honvedelem.hu*, 2022. október 27. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/a-lynx-uj-dimenzioba-helyezi-a-szarazfoldi-hadviselést.html>
- OCSKAY István (2020): A Lynx harcjárműcsalád fejlesztése, technikai leírása és jövője. I. rész. *Haditechnika*, 54(6), 52–57. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.54.6.11>
- OCSKAY István (2021): A Lynx harcjárműcsalád fejlesztése, technikai leírása és jövője. III. rész. *Haditechnika*, 55(2), 56–62. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.55.2.11>
- OCSKAY István (2023): Az integrált, moduláris, vezető nélküli szárazföldi járműrendszer bemutatója Németországban. *Haditechnika*, 57(3), 27–32. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.57.3.05> ; DOI: <https://doi.org/10.23713/HT.57.3.05>
- OCSKAY István – VÁGNER Szabolcs (2021): Gidrán – egy növelt aknavédelemmel rendelkező harcjármű megjelenése a Magyar Honvédségben. II. rész. *Haditechnika*, 55(4), 47–54. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.55.4.09>
- POGÁCSÁS Imre – OCSKAY István (2016): A BTR-80-as és BTR-80A harcjárművek korszerűsítésének lehetősége abroncscserével. I. rész. *Haditechnika*, 50(6), 12–19. Online: <https://doi.org/10.23713/50.6.03>
- Pontopark PMP* [é. n.]. Online: <https://www.pioniertech.de/pmp.htm>
- SÁRY Zoltán (2020): A PzH 2000 önjáró löveg. *Haditechnika*, 54(2), 53–59. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.54.2.09>
- SNOJ Péter – KORMÁNY Gábor (2023): Új időszámítás a magyar haderőfejlesztés történetében. *Honvedelem.hu*, 2023. december 14. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/uj-idoszamitas-a-magyar-haderofejlesztes-torteneteben.html>
- SZABÓ Sándor (2009): *Speciális műszaki technikai eszközök és felszerelések alkalmazási lehetőségei a katasztrófavédelemben*. Online: [https://www.mhht.eu/hadtudomany/2009/2009\\_elektronikus/2009\\_e\\_5.pdf](https://www.mhht.eu/hadtudomany/2009/2009_elektronikus/2009_e_5.pdf)
- SZABÓ Sándor – KOVÁCS Zoltán – TÓTH Rudolf (2014): A NATO tagországok korszerű műszaki technikai eszközei és felszereléseik IX. *Műszaki Katonai Közöny*, 24(1), 9–30.
- SZÜCS László (2012): Negyven tonna, hétszáznyolcvan lóerő, hatvan kilométer. *Honvedelem.hu*, 2012. február 2. Online: <https://honvedelem.hu/galeriak/negyven-tonna-hetszaznyolcvan-loero-hatvan-kilometer.html>
- SZÜCS László (2015): Szlalom a vízen. *Honvedelem.hu*, 2015. szeptember 10. Online: <https://honvedelem.hu/media/aktualis-videok/szlalom-a-vizen-1.html>
- SZÜCS László (2016): Honvédelmi és haderőfejlesztési program kezdődik. *Honvedelem.hu*, 2016. december 20. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/hazai-hirek/honvedelmi-es-haderofejlesztes-program-kezdodik.html>
- TERNOVÁCS Áron (2024): Magyarországtól vásárolt harcjárműveket Szerbia. *Magyarnemzet.hu*, 2024. január 25. Online: <https://magyarnemzet.hu/belfold/2024/01/harcjarmu-szerbia-magyarorszag-haderofejlesztes>
- The Slovakia T-72B Armored Recovery Vehicle* [é. n.]. Online: <https://tanknutdave.com/the-t-72b-arv/>
- TÓTH András (2022): A Leopard harcokcsi magyar típusváltozata: a Leopard 2A7HU. *Haditechnika*, 56(6), 27–32. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.56.6.05>
- T-72 közepes harcokcsi* [é. n.a.]. Online: <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/Tenyek-Konyve-tenyek-konyve-1/nato-16647/a-nato-oroszagok-haditechnikaja-16D63/nehany-haditechnikai-eszkoz-leirasa-16F80/harcokcsik-pancelozott-harcjarmuvek-16F81/t72-kozepes-harcokcsi-16F90/>
- T-72 közepes harcokcsi* [é. n.b.]. Online: <https://m.militaria.hu/digitalis-hadtortenelem-hadtortenelet-oktatasi-csomagok-iskolak-szamura/magyar-nephadsereg-es-varsoi-szerzodes/magyar-nephadsereg-es-varsoi-szerzodes-fegyv-hadfelsz/t-72-kozepes-harcokcsi>

- Új harckocsikat vesz a honvédség (2018). *Honvedelem.hu*, 2018. december 19. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/hazai-hirek/uj-harckocsikat-vesz-a-honvedseg.html>
- WiSENT 2 – *The Unstoppable Support Vehicle* [é. n.]. Online: <https://www.ffg-flensburg.de/en/products/ffg-developments/wisent-2/>
- WiSENT 2. *The Ultimate Armoured Support Platform* [é. n.]. Online: [https://www.ffg-flensburg.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/broschueren/en/WiSENT\\_2.pdf](https://www.ffg-flensburg.de/fileadmin/user_upload/downloads/broschueren/en/WiSENT_2.pdf)

Bálint Ferenc,<sup>1</sup>  Pető Richárd<sup>2</sup> 

# A biztonságtechnikai mérnöki képzés múltja és jövője

## The Past and Future of Safety and Security Engineering Education

*A felsőoktatás jelentős változáson ment keresztül az elmúlt 20 évben. A hallgatói és ipari igények évről évre változnak, ami kihívás elé állítja a képzést. Az elméleti oktatás mellett egyre nagyobb hangsúlyt kell fektetni a gyakorlati képzésre is, ami az ipari kapcsolatok bevonásával együtt lehetséges csak. A technológiai fejlődés ugyanakkor nemcsak a védelmi oldalt viszi előre, hanem a bűnös célú felhasználást is. Mik azok az irányok, amik jelentősen átrendezhetik a jövőt? Hogyan lehetne felkészülni mindezekre? Hogyan épülhetne be mindez az oktatásba? A cikk célja, hogy ezekre a kérdésekre választ adjon, és megmutassa azt, hogy a biztonságtechnika a technikai fejlődéssel egyre komplexebb és integráltabb lesz.*

**Kulcsszavak:** biztonságtechnikai mérnök képzés, robbantás, épületvédelem, kritikus infrastruktúra

*Higher education has undergone significant changes in the past 20 years. Student and industry demands vary year by year, posing challenges for education. Alongside theoretical instruction, increasing emphasis must be placed on practical training, which is only possible with the involvement of industrial partnerships. Technological advancement, however, propels not only defensive capabilities but also potential malicious uses. What are the directions that could significantly reshape the future? How can one prepare for these changes? How can all this be integrated into education? The purpose of the article is to provide answers to these questions and demonstrate that security technology will become increasingly complex and integrated with technological advancement.*

**Keywords:** safety and security engineer, demolition, building protection, critical infrastructure

<sup>1</sup> Óbudai Egyetem, e-mail: [balintf.dtp@gmail.com](mailto:balintf.dtp@gmail.com)

<sup>2</sup> Óbudai Egyetem, e-mail: [peto.richard@bgk.uni-obuda.hu](mailto:peto.richard@bgk.uni-obuda.hu)

## Bevezetés

A graduális és posztgraduális képzés az elmúlt tíz évben jelentősen megváltozott és átalakult, aminek hátterében többek között a többszörösen módosított felsőoktatási törvény,<sup>3</sup> a populáció változása, Magyarország gazdasági helyzetének változása és a Covid-járvány állhat.<sup>4</sup>

A műszaki területek között az Óbudai Egyetemen (ÓE) folyó Biztonságtechnikai mérnök képzés BSc- és MSc-szintű képzése folyamatosan fejlődött, a 2024-es évben kiugró létszámot ért el az azt megelőző évekhez képest.

„A képzés célja biztonságtechnikai mérnökök képzése, akik alkalmasak a biztonságtechnikai rendszerek eszközeinek üzemeltetésére, fenntartására, a kapcsolódó új technológiák bevezetésére, alkalmazására. Képesek a műszaki támogatás mérnöki feladatainak ellátására, illetve az ezekhez kapcsolódó gyakorlati tevékenységek tervezésére, a polgári vagy nemzetbiztonsági területeken jelentkező komplex biztonságtechnikai (rendészeti, személy-, és vagyonvédelmi, információvédelmi, munka-, és tűzvédelmi, környezetvédelmi) feladatok megoldására, szervezésére és irányítására, rendszerszemléletű kezelésére.”<sup>5</sup>

A növekedés nem volt meglepő, mert a biztonságtechnika magába foglalja a munkavédelem, környezetvédelem, tűzvédelem, vagyonvédelem, őrzésvédelem, információvédelem, kiber-  
védelem szakágazatokat, és a piaci szférában egyaránt jelen van a gyártási és szolgáltatási területeken.

A képzés indítása óta (1993) jelenleg összesen 6 (fő) mintatanterv készült (nem számolva a minimális módosításokat követő verziószámokat).<sup>6</sup>

- A: 1993–2004
- B: 2005–2007
- C: 2008–2013
- D: 2014–2016
- E: 2017–2023
- F: 2023 – (jelenleg érvényben lévő mintatanterv)

## Képzés és az ipari kapcsolatok

A szakindítás kezdetén a (had- és) biztonságtechnikai mérnöki képzés<sup>7</sup> az ipari területen egyáltalán nem volt ismert. A név hallatán a legtöbb HR-esnek a vagyónörök és a kameratelepítés jutott eszébe. Az egyetem ipari kapcsolatokkal ugyan rendelkezett, de annak előnyét még nem tudta felhasználni. Ebben az időben jóformán egyetem-egyetem közötti kölcsönös oktatás támogatása működött, így a hallgatók a Nemzeti Közszolgálati Egyetem (korábbi nevén Zrínyi

<sup>3</sup> SZABÓ 2022.

<sup>4</sup> SZABÓ–JUHÁSZ–KENDERFI 2022.

<sup>5</sup> Lásd: <https://uni-obuda.hu/szakok/biztonsagtechnikai-mernoki-2/>

<sup>6</sup> Lásd: <https://bgk.uni-obuda.hu/tantervek/>

<sup>7</sup> Jogelőd Budapesti Műszaki Főiskola, amely a Politechnikum részét képezte.



Miklós Nemzetvédelmi Egyetem) fegyverzettechnikai eszközeit ismerhették meg közelről az Őrzésvédelem, fegyverismeret tantárgy keretein belül.

A fegyverzettechnikai ismereteket mind az alapképzésben, mind a mesterképzésben oktatták. A Fegyver- és fegyverzeti ismeret I., II. tantárgyak közül az I. jelű tantárgyban jelent meg robbanóanyagok, robbantással kapcsolatos ismeretek átadása, amelyet Dr. Lukács László tartott.

Az ipari kapcsolatok terén a jelentős változást a Magyar Biztonsági Fórum (MBF) hozta meg. A konzorcium megkötését követően az MBF tagjai és a fórum partnerei első kézből adták át az ipari szakmai tapasztalatokat és igényeket a hallgatóknak. Megalakult az ŐE-MBF biztonságtechnikai labor, valamint a mintatantervbe kezdetben szabadon választható tárgyként a Gyakorlati biztonságtechnikát nevesítették.

A Gyakorlati biztonságtechnika volt igazán az első olyan tantárgy, ahol a hallgatóknak valós ipari problémákat kellett megoldaniuk, mint például egy létező mikroelektronikát gyártó cég beléptetésének, őrzésvédelmének megtervezése és szervezése. A hallgatói létszám a tantárgy keretén belül az első oktatási félévet követően megugrott. A szabadon választható tantárgy beépült a törzstantárgyak (kötelezőn elvégzendők) közé. A létszámnövekedés lehetővé tette, hogy több hallgatói csoport ugyanazt a projektet dolgozza ki, sok esetben eltérő koncepcióval. A csoportokat megversenyeztetve, a győztes csapat lehetőséget kapott arra, hogy az adott év MBF szakmai konferenciáján előadás keretében előadhassa a kutatási és tervezési eredményeket. Az előadásnak több előnye is volt:

- a hallgatók szakmai versenye során a győztes csapat ingyenesen vehetett részt a konferencián;
- a több napos konferencián szakmához köthető vállalkozások, szervezetek (~300 fő) vettek részt, akik például: őrzésvédelemmel, mechanikai védelemmel, speciális fizikai biztonsággal, járműgyártással, csomagszállítmányozással, adatvédelemmel, zárt láncú kamerarendszerrel, átvilágító berendezésekkel, rendvédelemmel, katasztrófavédelemmel, tűzjelzős és oltó berendezésekkel, finansziális szolgáltatásokkal, behatolásjelző rendszerekkel, elektronikai egységek gyártásával, felsőoktatással foglalkoztak;
- a hallgatók számára remek lehetőség volt a *networkingre*;
- a konferencián részt vevők értesülhettek az adott kutatási téma eredményeiről;
- a többnapos konferencia végére a hallgatók szakmai gyakorlati helyet, illetve állást találtak.

A konferencián részt vevők a legújabb technikai eszközökkel és anyagi hozzájárulással támogatták a labor fejlesztését, a hallgatók tanulmányait.

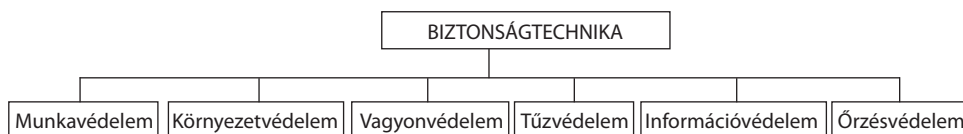
A Rendvédelmi és Magánbiztonsági Oktatásért és Kutatásért Alapítvány (REMOK) első sorban az élőrős, azaz őrzésvédelmi területen támogatta a képzést. A REMOK lehetőséget biztosított a hallgatóknak, hogy tudásukat elméleti, gyakorlati szinten egyaránt a vagyonőrök és fegyveres biztonsági őrök tevékenységében elmélyíthessék. Az alapítvány minden évben ingyenes részvételi lehetőséget biztosított a hallgatóknak a Fegyveres Biztonsági Őrök Országos Konferenciáján, illetve minden évben fizikai felkészítést vállalt az országos versenyen. A megmérettetésen az aktív munkavállalók és a hallgatók több versenyszámban mérték össze tudásukat:

- akadálypályák leküzdése, erőnléti és állóképességek tesztelése;

- elméleti jogszabályismeret;
- fegyverszerelési és lövészeteki képességek pisztoly és karabély kategóriában.

Az MBF labor és a Gyakorlati biztonságtechnika tantárggyal párhuzamosan két új szakmai tantárgy is megjelent, a Practical Security és az Industrial Practises. Mindkét tantárgy célja, hogy a biztonságtechnikai szakágazatokat (és egyúttal elemeket) a hallgatóknak terepbejárások alkalmával kézzelfoghatóvá tegye.

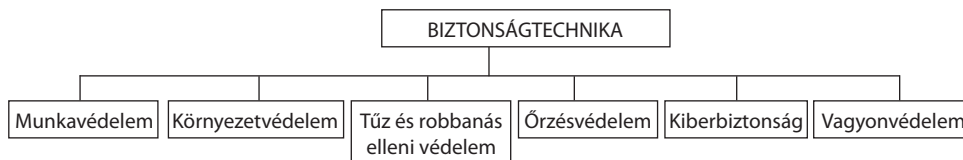
## Biztonságtechnika a gyakorlatban



1. ábra: A biztonságtechnika szakágazatai a 2010-es évek környékén  
 Forrás: UTASSY 2008

A 2010 évek környékén a 6 szakágazatot irányultságuknál fogva két részre lehetett bontani. Az egyik csoportba a munkavédelem, a tűzvédelem és a környezetvédelem tartozott, s EHS vagy HSE (*environment – health and safety*: környezet – egészség – munkabiztonság) néven képeztek belőle betűszót. Célja elsősorban a munkavédelemmel összefüggő személyi sérülések, vagyoni és környezeti károk megelőzése, elhárítása, kezelése, amelyek balesetek<sup>8</sup> során következtek be.

A másik csoport a „Security”, amelybe a vagyonvédelem, információvédelem/kibervédelem és az őrzésvédelem tartozott. Elsősorban a szándékos kár és sérülés okozásának megelőzése, elhárítása volt a célja.



2. ábra: A biztonságtechnika szakágazatai a 2010-es évek környékén  
 Forrás: UTASSY 2008; MOHAI–ELEK 2023

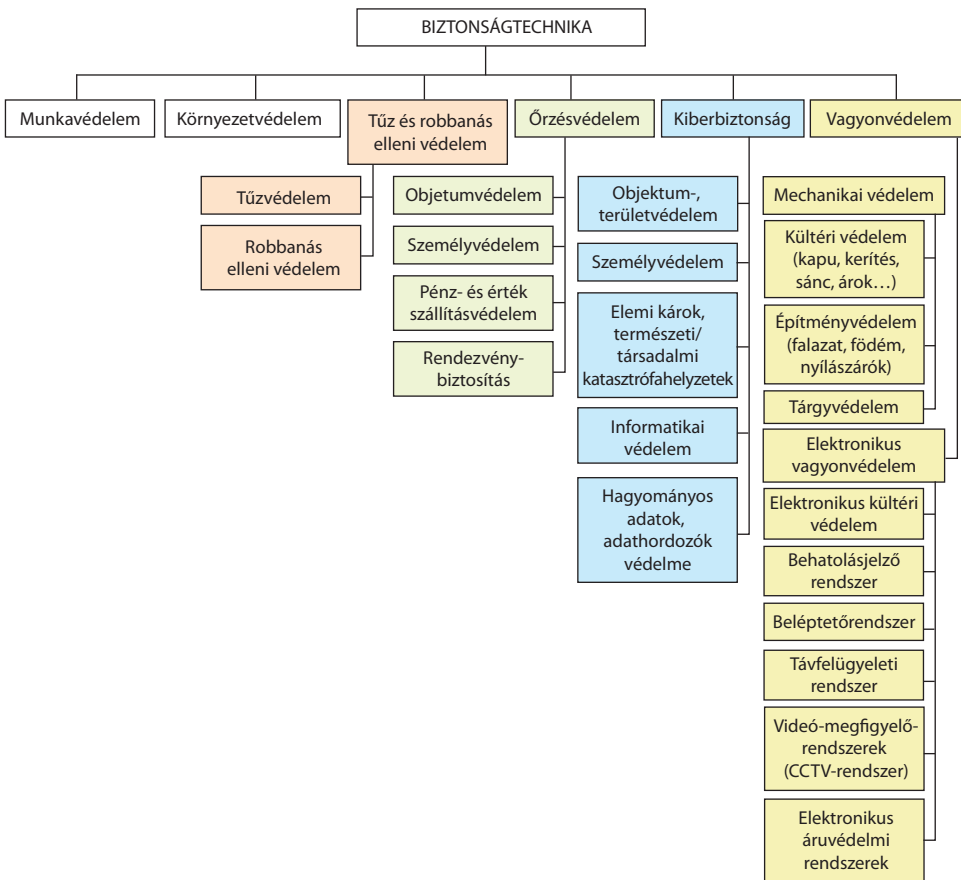
A fenntartható fejlődés gondolata mindössze néhány évtizeddel ezelőtt, a 20. század végén fogalmazódott meg, de ma már a vállalati stratégiák szerves részét képezi. A korábban

<sup>8</sup> 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről.

különállóan kezelt szakterületek a fejlődési folyamat során erőteljesen összekapcsolódtak és napjainkra már egy közös rendszert alkotnak.

A folyamatos és robbanásszerű technikai fejlődés, amely főként az informatikai és elektronikai területen történt, a többi terület rohamos fejlődését is magával hozta. 10–15 év alatt az ágazatokban használt definíciók többször megváltoztak, esetleg megszűntek, és helyettük újabb fogalmak kerültek érvénybe. Elég ehhez megnézni a safety, security és kiberbiztonság kifejezéseket. Sok esetben ezek a kifejezések földrajzi területenként eltérnek, nem egységesek, nem transzparenssek. Ennek további háttere lehet, hogy az egyes szavak nem fordulnak elő bizonyos nyelvekben, vagy nem ugyanazt jelentik, illetve akár egymás szinonimájaként is használhatók az eltérő jelentéstartalmuk ellenére (lásd biztonság tudás, illetve tudatosság).<sup>9</sup>

Az alábbi ábra szemlélteti a biztonságtechnikai szakágazatok tovább bontását:



3. ábra: Biztonsági szakágazatok és megvalósulási területei

Forrás: UTASSY 2008; HORVÁTH 2018; MOHAI–ELEK 2023

<sup>9</sup> BAK–VELENCEI 2022.

Ha a 3. ábrát megvizsgáljuk,<sup>10</sup> akkor láthatjuk a 6 szakágazatot, illetve azok további alágazati bontását. Jól látható, hogy az egyes szakágazatokat összehasonlítva, sokszor közel azonos megnevezéseket (alágazati területeket) találhatunk. Ez részben azt jelenti, hogy egy-egy szakágazatban (közel) azonos problémakör jelenik meg, illetve annak megoldására akár azonos technikai eszköz (ideértendő a szoftvert és hardvert egyaránt) vagy módszer is megoldást adhat.

Például az épületbe történő beléptetés kérdésköre vagyonvédelmi szemlélettel azért fontos, hogy adott épületbe vagy annak bizonyos helyiségeibe illetéktelen személyek ne juthassanak be. A beléptetés ugyanakkor munkavédelmi és tűzvédelmi szempontból azért hangsúlyos, mert ha valamilyen balesetre kerül sor (például tüzeset), akkor ellenőrizhető legyen, hogy a kiürítés során sikerült-e mindenkinek elhagynia az épületet, vagy esetleg valaki még bent maradt.

Több vállalat, szervezet életében kivétel nélkül mindegyik szakágazat megjelenik. Természetesen a szakágazatok arányát, hangsúlyosságát (a szakágazati költségvetési arányok és technikai követelmények egyaránt ideértendő) az adott vállalat elhelyezkedése, tevékenysége, a vállalati politika, a vonatkozó jogszabályok befolyásolják és meghatározzák.

Egyszerű példákkal élve, falusi környezetben zöldségárúsítással foglalkozó vállalkozás esetében elsősorban az áru tárolásával (raktározás, „kirakati” tárolás, csomagolás stb.), valamint raktárkészlet-nyilvántartással és számlázással-fizetéssel kapcsolatos tevékenységeken lesz a hangsúly. Ezt azt jelenti, hogy az árukezeléssel (gondoljunk például a romlott termékekre, a rágcsálók problémájára), a nyilvántartással és számlázás-fizetéssel (POS-fizetés, árukészlet-nyilvántartó program stb.) a korábbi EHS és az információvédelem/kibervédelem fog foglalkozni.

Másik szélsőséges példaként, egy energiaellátást biztosító kritikus infrastruktúra esetében szintén találkozunk mind a 6 szakágazattal, azonban annak vagyonvédelmi, kibervédelmi, őrzésvédelmi, valamint tűzvédelmi szakágazatán nagyobb lesz a hangsúly. A tevékenységét, szerepét tekintve érezhető, hogy jelentősen komplexebb és fontosabb (akár az ország egy jelentős részének az áramellátását biztosítható) rendszerről van szó. Ebből következtethető, hogy a jogszabályi követelményrendszere, megfelelőségi rendszere jóval összetettebb és szigorúbb. A rendszer biztonságos működését ellátó, felügyelő rendszereknek többszörösen redundánsoknak, az adatátviteli rendszereknek és rendszerelemeknek minősítettnek kell lenniük.<sup>11</sup> A fizikai periméter védelemnél például nem csupán „lakossági” célokra és követelményeknek kell eleget tenni, hanem megjelenik a követelményrendszerben az antiterrorista minősítés szükségessége.

Az „A–E” mintatantervek összeállítása során a fő cél az volt, hogy a képzés keretén belül mindegyik szakágazatot oktassák (általános biztonságtechnikai mérnök szakirány létezett).

<sup>10</sup> A kutatásnak nem képezte tárgyát jelenleg a munkavédelem és környezetvédelmi szakágazatok részletes vizsgálata.

<sup>11</sup> Microsoft Build 2023.

## Az F tanterv

2023 szeptemberétől az ötödik mintatanterv (F) lépett életbe, amely a korábbi A–E tantervektől jelentősen eltér. A hallgatók és az ipar is egyaránt igénylik a gyakorlatias megközelítést. A „Mondd el!” megközelítést fokozatosan a „Mutasd meg!”, „Hadd próbáljam ki!” megközelítés váltja fel. Ennek hatására a tudás átadása egyre nagyobb kihívásokba ütközik, hiszen a technikai és a hozzáértő humán erőt biztosítani kell.

Önmagukban még ezek sem biztosítanak teljes sikert, mert a fiatalság irányultsága, érdeklődési köre, fogékonysága időről időre változik.

Utóbbira adhat magyarázatot a generációkutatás. Rávilágít arra, hogy a képességek jelentős részét a gyermekkori körülmények határozzák meg, így az X és alfa generáció tanulási képességei között akár 180°-os eltérés is tapasztalható (például: az internet kora, audiovizuális tanulás, digitalizáció világa stb.).<sup>12</sup> Ugyanakkor egyre több publikáció mutat rá arra is, hogy az alfa generáció szinte teljesen másképp látja a világot, olyan technológiákra alapoznak már most is, amelyek korábban nem voltak elérhetők.<sup>13</sup>

Az új tantárgyak létrehozásával új struktúra jött létre. A korábbi önálló tantárgyakat összevonták, folytatva az MBF által elkezdett tematikát a gyakorlati elemek épülnek be a tantárgyakba. Az új tantárgyakon belül a szakágazatok feladatai részben összemosódnak, a tervezési fázisokra emiatt nagyobb hangsúly helyeződik.

Erre talán az egyik legjobb példa a Biztonsági kockázatértékelés tantárgy, ami a 6 szakágazat elemzési és értékelési szempontrendszerét integrálja magába. Ez azt jelenti – például egy kritikus infrastruktúra működését, illetve védelmét tekintve –, hogy nem csupán a tűz elleni védekezés, hanem a bűnös célú robbantásos cselekmények kockázatértékelése is szerepel benne.

A kockázatértékelés önmagában nem sokat ér, ha a kockázat megszüntetésére vagy annak csökkentésére a leendő mérnök nem tud szakmai javaslatot tenni. Az Objektumvédelem tantárgy erre igyekszik megoldást adni. Ebbe a korábbi Vagyongvédelem, Fegyverismeret 1–2 és Őrzésvédelem tantárgy elemeit integrálták (a védendő objektum járműbeléptetésének, az épület megerősítésének robbanási hatásokkal szemben és az élőerős védelem megtervezése és összehangolása ismereteit foglalja magában).

A tantárgyak fejlesztése mellett az új posztgraduális képzések is megjelentek, amelyekben a speciális ismeretek, mint a robbantási vagy elektromos eszköz-gyártás biztonsági protokolljainak (például: Robbantástechnikai szakmérnök/szakember,<sup>14</sup> EHS szakmérnök)<sup>15</sup> oktatása történik. Az ipari látogatások során a robbantástechnikai szakmérnöki képzésen a hallgatók gyakorlati robbantáson vesznek részt, továbbá például olyan röntgenátvizsgáló kamionnal is találkozhatnak, ami a bűnös célú robbantások korai felderítésében segít. Mire is jó a szakmérnöki/szakember diploma:

<sup>12</sup> Friderikusz Podcast 2023.

<sup>13</sup> Négy éven belül a munkaerőpiacra lép az Alfa generáció 2023.

<sup>14</sup> DARUKA 2022a; DARUKA 2022b.

<sup>15</sup> Lásd: <https://uni-obuda.hu/szakok/ehs-szakmernok-szakember/>

- a Robbantástechnikai szakmérnök/szakember a szakképzettség birtokában alkalmassá válik a robbantástechnika piacán történő megfelelő színvonalú, szakszerű munkavégzésre;
- speciális ismereteket igénylő robbantástechnikai üzletágban, munkakörben való jártasság, a robbantástechnika, továbbá a rend-, a katasztrófa- és a honvédelem különböző területein;
- a képzés során szerzett ismeretek birtokában (az egyéb, jogszabályban előírt feltételek teljesülése esetén) polgári robbantásvezetői vizsga tehető.

Különösen fontos, hogy a képzés szervezői nemcsak azt határozták meg, hogy mire is használható a végzettség, hanem már a képzés kezdetén kritériumokat szabtak meg a képzésben részt vevők attitűdjé, illetve azok felelősségének vonatkozásában.<sup>16</sup>

Lehetséges oktatási irány az alfa generáció részére

A mesterséges intelligencia rohamos fejlődése a lehetőségek tárházat nyitja ki szinte mindegyik szakágazat számára, de ezzel párhuzamosan a kockázatok száma is megnő. A korai esemény felismerésére vagy annak előre látására, az összegyűjtött adatok valamilyen célnak megfelelő gyors kiértékelésére egyre nagyobb az igény. A kérdés csupán az, ki és milyen célra szeretné felhasználni az eredményeket.

Bárki találkozhat többek között az Amazon vagy az Apple által piacra dobott fejlesztésekkel, mint például az Alexa vagy a Siri. Ha használt chatbotot, akkor szinte biztos, hogy kapcsolatba lépett az MI-technológiával. Nagyon sok az ilyenfajta fejlesztés, amelyek többféle típusra oszthatók. Ezen típusok közötti átjárhatóság leginkább attól függ, hogyan tanulnak és mennyire tudják alkalmazni a tudásukat. A tanulási képesség és az adatok feldolgozása, az ingerekre való reagálás függvényében a mesterséges intelligencia három fő képességtípusra bontható: Narrow AI (ANI), General AI (AGI) és Super AI (ASI).

A Narrow AI olyan MI-eszközöket ír le, amelyeket speciális műveletek vagy parancsok végrehajtására terveztek (ANI). Az ANI-technológiák kognitív képességeket szolgálnak ki, és ebben a szegmensben törekednek arra, hogy kiválók legyenek. Nem képesek önállóan elsajátítani a tervezésen túlmutató készségeket. Gépi tanulási és neurális hálózati algoritmusokat használnak a feladatok elvégzésére.

A General AI, az általános mesterséges intelligencia (AGI), olyan formája az intelligenciának, ami az emberhez hasonlóan képes tanulni, gondolkodni és a műveletek legszélesebb skáláját végrehajtani. A tervezésének célja, hogy olyan gépeket tudjunk létrehozni, amelyek képesek a többfunkciós feladatok elvégzésére. Célja, hogy az ember segítségére tudjon lenni a mindennapi életben.

A Super AI (ASI), vagyis a mesterséges szuperintelligencia az elmélet szerint eléri a General AI szintet, s képes lesz olyan gyorsan elsajátítani tudást, amire az ember jelenleg nem képes. A tudása, képességei erősebbek lesznek, mint az emberiségé.

---

<sup>16</sup> DARUKA 2023: 40.

Így a fejlődés irányultságát és ütemét a különböző társadalmi, gazdasági, politikai helyzetek jelentősen befolyásolni tudják. Erre példa lehet:

- a Covid-járvány idején a lehetséges fertőzött személyek korai azonosítása igényként merült fel, főként a multinacionális cégek részéről, így a hőkamerák fejlődése lépett előtérbe;
- a nagy volumenű építési területeken a munkavédelmi szabályok betartását (mint például az egyéni védőfelszerelések viselését – láthatósági mellény, védősisak stb.) mesterséges intelligenciával ellátott kamerákkal támogatják;
- a lehetséges tüzeset korai felismerése jelentős mértékben tudja támogatni a karbantartási és kiürítési folyamatokat, valamint az oltást. Kritikus infrastruktúrák energiaeosztóinál szinte már alapkövetelmény egyes elektromos berendezések hőkamerákkal történő folyamatos megfigyelése;
- Kínában az állampolgárok életét több millió térfigyelő kamera követi. A rendszer folyamatosan profilozza az állampolgárokat döntéseik alapján, és pontozza őket;<sup>17</sup>
- további figyelemre méltó és dinamikusan fejlődő kutatási terület a különféle műszaki rendszerek biztonságának növelését célzó MI-alkalmazások.<sup>18</sup>

Véleményem szerint, ami ezeknél is jobban megbolygathatja a biztonságtechnika szinte minden ágazatát az:

- A 3D- és 4D-nyomatás.<sup>19</sup> Segítségével szinte bármit, akár otthoni körülmények között is le lehet gyártani, amit nem feltétlenül fog „jó szándékú” felhasználás követni.<sup>20</sup>
- Korlátozó tényezőt jóformán a nyomtató technológiája (elsősorban annak ára) vagy a felhasznált anyag (PLA, PETG, HIPS, ABS stb.) jelenti.
- Személy hangjának manipulálása MI felhasználásával.<sup>21</sup> Segítségével a saját hangunkon elmondott szöveg transzformálható egy másik tetszőleges személy hangjára. Így akár rádióműsor-szórás, telefonhívás esetén olyan tetszőleges szöveg is elmondható az adott személy hangján, amit valójában sosem mondott.
- Személyek kép- és hanganyagának manipulálása (akár valós időben) MI felhasználásával.<sup>22</sup>
- Kellő minta (arc- és testmozgás, valamint hang) esetében a mesterséges intelligencia képes mimikák és hangok manipulálására valós időben. Ezt azt jelenti, hogy olyan arc-mimikák ültethetők és beszédszövegek alkothatók egy adott személyre, amiket valójában nem mondott, illetve nem tett olyan arckifejezést a valóságban.

<sup>17</sup> CARNEY 2020.

<sup>18</sup> TOKODY–FLAMMINI 2017.

<sup>19</sup> VÉG 2023.

<sup>20</sup> EMBER–ÁDÁM 2022; EMBER 2022; EMBER 2023.

<sup>21</sup> TheVR Tech 2023.

<sup>22</sup> IGN 2023.



4. ábra: Mimika, hangutánzás és generálás

Forrás: IGN 2023

- Képek, fotók generálása MI felhasználásával.<sup>23</sup> Az MI lehetővé teszi a képszerkesztő programokban olyan képek generálását, amit szinte abban a pillanatban találunk ki. Így akár egy sivatagi környezetben is elhelyezhetünk egy tetszőleges autót úgy, hogy a Nap helyének megadásával annak árnyékát és tükörképét az MI generálja automatikusan. Ha a kép netán keskeny lenne, akkor az MI képes automatikusan az eredeti képhez illeszkedő hátteret generálni vagy azt kiegészíteni.
- Segítségével a hírekben megjelenő képek készíthetők vagy manipulálhatók.



5. ábra: AI által generált és kiegészített fotó

Forrás: IGN 2023

<sup>23</sup> Adobe Photoshop 2023.



- A Nanite rendszer képes szükség esetén filmminőségű (akár 8K megjelenés) 3D-környezet generálására és megjelenítésére is.<sup>24</sup> A megjelenített 3D-s kép virtuális geometriai elemei és megvilágítása a változásokra azonnal reagálnak. Képes például a lemenő nap vagy egy zseblámpa mozgó fényének lekövetésére és az árnyékok automatikus generálására. A karakter mozgásához igazítottan annak ruhája, haja is valósághűen megfelelő irányba mozog. A számos fény és geometriai „animáció” valósághű és valós idejű képet eredményez. Katonai kiképzések, de egyéb civil feladatok (például katasztrófaelhárítás) szimulátorokon valósághű környezetben lefolytathatók.<sup>25</sup> Virtuális szemüveggel, virtuális tér hatásaira reagáló mellénnyel (például Haptic Vest)<sup>26</sup> mozgást/haladást segítő felületekkel (például HoloTile)<sup>27</sup> még valóságosabbá tehető a képzés.



6. ábra: Fényviszonyok lekövetése, a  
Forrás: Unreal Engine 2020



7. ábra: Fényviszonyok lekövetése, b  
Forrás: Unreal Engine 2020

<sup>24</sup> Unreal Engine 2020.

<sup>25</sup> Videójátékok a katonai kiképzésben 2007.

<sup>26</sup> bHaptics [é. n.].

<sup>27</sup> Megoldhatta a VR-ban való mozgás gondját a Disney 2024.

- A 3D-szkennelés technológiája mostanra odáig fejlődött, hogy nem csupán tárgyakat vagy területeket (például repülőgépről a felszín), hanem épületeket, csarnokokat is képesek letapogatni. A virtuális valóságba beültetve ezeket a felvételeket, létező környezetben lehet cselekvést végrehajtani.<sup>28</sup> Katonai kiképzések (lövészet, tűzszerezési feladatok), de egyéb civil feladatok (például katasztrófaelhárítás, kiürítés, tűzoltás, árvízvédelem stb.) szimulátorokon valóság-hű környezetben lefolytathatók.



8. ábra: Létező épület grafikája és valóság-hű mozgás virtuális térben  
Forrás: Punish 2023

## Összegzés

A digitalizáció, az informatikai fejlődés folyamatosan újabb technikai eszközök megjelenését teszi lehetővé. A technikai fejlődéssel párhuzamosan a piaci igények is változnak, ennek megfelelően egyre inkább a szakágazatok integrált eszközeire és megoldásaira helyeződik a hangsúly. A gyors fejlődés követése nem egyszerű feladat, emellett a mai mérnököknek több szakágazat szabályozásával is tisztában kell lenniük a tervezési és kivitelezési feladatokhoz. A cikkben rávilágítottunk arra, hogy a szakágazatok miért és hogyan integrálódtak. Az egyetem és az ipar részéről is egyre komolyabb kihívást jelent a fiatal mérnökök képzése, továbbképzése. A képzéshez egyre inkább szükségesek a legújabb technikai eszközök, szoftverek. Ez nem csupán a gyakorlat megszerzése miatt szükséges, hanem azért is, mert minél újabb generációról beszélünk (társadalmi értelemben), annál inkább a digitális világ teremt kapcsolatot, köti össze az oktatót és hallgatót a képzés során. A cikkben felsoroltunk néhány technológiát, ami jelentősen meg fogja változtatni a piacot, hiszen ami eddig elérhetetlen volt, vagy esetleg a tervezése heteket-hónapokat vett igénybe, azok most pár óra alatt elérhetőek lesznek.

<sup>28</sup> Enfant Terrible 2024; Hollow 2024; Murkl Mario 2024.

## Felhasznált irodalom

1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről
- Adobe Photoshop [@Photoshop] (2023): Introduction to Generative Fill. Adobe Photoshop. *YouTube*, 2023. május 23. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=Sp6K3qpVFO0>
- BAK, Gerda – VELENCEI, Jolán (2022): Information Security Awareness vs Cyber Security Awareness vs Internet Safety Awareness. In FEHÉR-POLGÁR, Pál – KESZTHELYI, András – SZIKORA, Péter (szerk.): *MEB – 20<sup>th</sup> International Conference on Management, Enterprise, Benchmarking*. Budapest: Óbuda University Keleti Károly Faculty of Business and Management, 47–55.
- BETZ, Sunny (2024): *7 Types of Artificial Intelligence*. Online: <https://builtin.com/artificial-intelligence/types-of-artificial-intelligence>
- bHaptics [é. n.]: *Enhance your VR Experience with Elaborate Haptic Sensations*. Online: <https://www.bhaptics.com/>
- CARNEY, Matthew (2020): Leave no Dark Corner. *ABC News*, 2020. július 31. Online: <https://www.abc.net.au/news/2018-09-18/china-social-credit-a-model-citizen-in-a-digital-dictatorship/10200278>
- DARUKA Norbert (2022a): Robbantástechnika I. – A robbantástechnikai képzés múltja. In *Fűrés-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium 2022*. Budapest: Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 6–20.
- DARUKA Norbert (2022b): Robbantástechnika II. – A robbantástechnikai képzés jelene jövője és annak helye a hazai szakmai életben. In *Fűrés-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium 2022*. Budapest: Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 21–31.
- DARUKA Norbert (2023): A folyamatos szakmai utánpótlás helyzete – harmadszor is elindult a robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzés. In DARUKA Norbert – EMBER István – KOVÁCS Zoltán Tibor (szerk.): *II. Fűrés-Robbantástechnika nemzetközi szimpózium különnkiadás*. Budapest: Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 31–41.
- EMBER István (2022): Hatásvizsgálati robbantás kumulatív töltetekkel. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(3), 13–23. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.3.2>
- EMBER István (2023): 3D nyomtatott kumulatív időmőtletetek tesztrobbantása. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(3), 29–40. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.3.3>
- EMBER István – ÁDÁM Balázs (2022): Kumulatív töltetházak 3D nyomtatása. *Hadmérnök*, 17(3), 35–44. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2022.3.2>
- Enfant Terrible [@enfant-terrible] (2024): Bodycam First Gameplay Demo. New Unrecord with Ultra Realistic Graphics in Unreal Engine 5. *YouTube*, 2024. február 25. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=5zImkLyMCB0>
- Friderikusz Podcast [@FriderikuszPodcast] (2023): Generációk és szakadékok. Interjú Steigervald Krisztián generáció-kutatóval / F.P. 84. *YouTube*, 2022. november 30. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=j717pr3kFrI>
- Hollow [@HollowPoiint] (2024): Hyper-Realistic Body Cam Horror. *YouTube*, 2024. március 9. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=itCPuf-n1EM>
- HORVÁTH Zsolt (2018): *Az információbiztonság alapjai*. Online: <https://docplayer.hu/286483-Az-informaci-alapjai-bevezetes-az-informaciobiztonsag-es-informaciobiztonsagi-iranyitasi-rendszer-alapfogalmaiba-es-szuksegegebe.html>
- IGN [@IGN] (2023): MetaHuman – Real-Time Facial Model Animation Demo. State of Unreal 2023. *YouTube*, 2023. március 22. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=pnaKyc3mQVk>
- Megoldhatta a VR-ban való mozgás gondját a Disney (2024). *Origo.hu*, 2024. január 23. Online: <https://www.origo.hu/techbazis/2024/01/disney-vr-futopad-holotile>
- Microsoft Build (2023): *Üzleti kritikuság a felhőkezelésben*. Online: <https://learn.microsoft.com/hu-hu/azure/cloud-adoption-framework/manage/considerations/criticality>

- MOHAI Ágota Zsuzsanna – ELEK Barbara (2023): Tűzvédelmi mérnöki kihívások. In *Szilvay Kornél Tűzvédelmi Konferencia. Tanulmánykötet*. Budapest: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 46–61.
- Murkl Mario [@murklmario9084] (2023): Nem hittétek hogy ez igazi játék, szoval megcsináltam. Unrecord – Unreal Engine 5(4k60fps). *YouTube*, 2023. április 21. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=wXgeape4L6U>
- Négy éven belül a munkaerőpiacra lép az Alfa generáció (2023). *Economx*, 2023. november 20. Online: <https://www.economx.hu/gazdasag/alfa-generacio-munkaeropiac-mesterseges-intelligencia.780661.html>
- Punish [@punish] (2023): Unrecord Trailer 4K (New Photorealistic Body Cam Game 2024). *YouTube*, 2023. április 19. Online: [https://www.youtube.com/watch?v=otu\\_iFTivQw](https://www.youtube.com/watch?v=otu_iFTivQw)
- SZABÓ Fruzsina (2022): Jöhet a nyelvvizsga nélküli diploma és „mikrotanúsítvány”? Ilyen változásokról szavaz ma a parlament. *EduLine*, 2022. december 7. Online: [https://eduline.hu/felsooktas/20221207\\_felsooktatasi\\_torveny\\_modositasa\\_valtozasok](https://eduline.hu/felsooktas/20221207_felsooktatasi_torveny_modositasa_valtozasok)
- SZABÓ Katalin – JUHÁSZ Tímea – KENDERFI Miklós (2022): Felsőoktatás a COVID-19 árnyékában. Hazai tapasztalatok oktatói oldalról. *Vezetéstudomány, Budapest Management Review*, 53(6), 2–12. Online: <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2022.06.01>
- TheVR Tech [@thevrtech] (2023): Így cseréld ki BÁRKI hangját! Kísérletezés az AI hangkészítéssel! *YouTube*, 2023. szeptember 16. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=whVXGeSDuh4>
- TOKODY, Dániel – FLAMMINI, Francesco: Smart Systems for the Protection of Individuals. *Key Engineering Materials*, 755(1), 190–197. Online: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.755.190>
- Unreal Engine [@UnrealEngine] (2020): Unreal Engine 5 Revealed! Next-Gen Real-Time Demo Running on PlayStation 5. *YouTube*, 2020. május 13. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=qC-5KtatMcUw>
- UTASSY Sándor (2008): *Vagyonvédelmi ismeretek II*. Óbudai Egyetem Had- és biztonságtechnikai Mérnöki képzés Vagyonvédelmi ismeretek II. Kézirat.
- VÉG Róbert (2023): A 4D nyomtatás és az okosanyagok alkalmazásának lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 33(4), 77–89. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2023.4.6>
- Videojátékok a katonai kiképzésben (2007). *24.hu*, 2007. július 24. Online: [https://24.hu/elet-stilus/2007/07/24/videojatekok\\_katonai\\_kikepzesben/](https://24.hu/elet-stilus/2007/07/24/videojatekok_katonai_kikepzesben/)

Dénes Kálmán,<sup>1</sup> Kovács Zoltán,<sup>2</sup> Ember István<sup>3</sup>

# Az éghajlatváltozás miatt fokozódó vízgazdálkodási problémák enyhítésének műszaki lehetőségei

## The Technical Possibilities for Alleviating Water Management Problems Exacerbated by Climate Change

Az éghajlatváltozásnak napjainkban számos olyan hatása figyelhető meg, amely közvetlenül befolyásolja az emberi életet, a gazdaságot és a környezetet egyaránt. Az ennek következtében jelentkező problémák és különféle kockázatok az előrejelzések szerint a jövőben egyre fokozódni fognak. A cikkben ismertetett kutatás célja az éghajlatváltozás vízgazdálkodásra gyakorolt hatásainak vizsgálata annak érdekében, hogy enyhíteni lehessen azokat. A cikk első részében bemutatjuk azokat a területeket, amelyeket a vonatkozó jogszabályok a fokozott kockázat miatt kiemelten kezelnek, továbbá azokat az intézkedéseket, amelyeket a stratégiai célok elérése érdekében végre kell hajtani. A cikk fő részében kutatásunk eredményeként részletesen ismertetjük a vízgazdálkodási problémák műszaki megoldási lehetőségeit, amelyeket az éghajlatváltozás káros következményeinek és hatásainak csökkentése érdekében végre lehet hajtani. Ajánljuk ezt a cikket Lukács László professzor úrnak, aki a környezetvédelemre és környezettudatos végrehajtásra is nagy hangsúlyt helyezett a katonai robbantási és műszaki zárási feladatok során.

**Kulcsszavak:** éghajlatváltozás, aszály, árvíz, vízkészlet, vízgazdálkodás, víztakarékosság

The effects of climate change are currently observed to directly influence human life, the economy, and the environment alike. Consequently, the resulting problems and various risks are forecasted to escalate in the future. The aim of the research outlined in the article is to examine the impact of climate change on water management in order to mitigate these effects. In the

<sup>1</sup> Építőmérnök, e-mail: [denes.kalman.1975@gmail.com](mailto:denes.kalman.1975@gmail.com)

<sup>2</sup> Egyetemi docens, e-mail: [kovacs.zoltan@uni-nke.hu](mailto:kovacs.zoltan@uni-nke.hu)

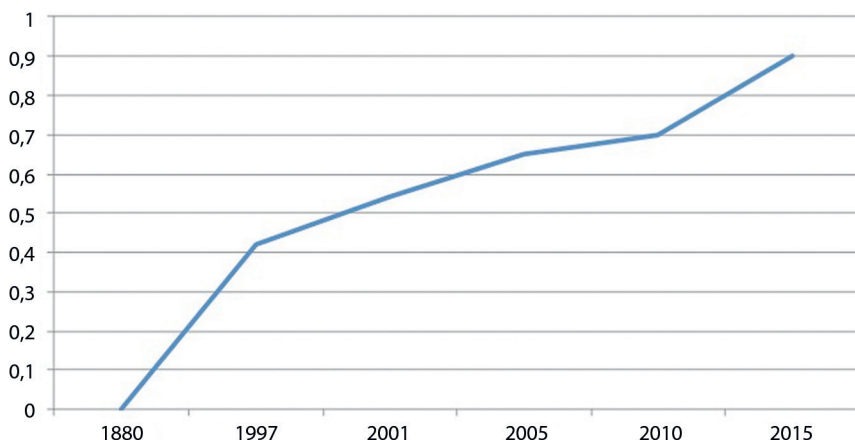
<sup>3</sup> Tanársegéd, e-mail: [ember.istvan@uni-nke.hu](mailto:ember.istvan@uni-nke.hu)

*first part of the paper, we present the areas highlighted by relevant legislation due to heightened risk, as well as the measures necessary to achieve strategic objectives. In the main section of the paper, we elaborate on the technical solutions to water management issues resulting from our research, which can be implemented to mitigate the adverse consequences and effects of climate change. We recommend this article to Professor László Lukács, who placed great emphasis on environmental protection and environmentally conscious implementation during blasting and military countermobility tasks.*

**Keywords:** climate change, drought, flood, water resources, water management, water saving

## Bevezetés

A Föld éghajlatának változása olyan régóta tartó, hosszú távú és jelentős folyamat, amelynek bekövetkezéséért nem, és egy ideig annak fokozódásáért is csupán kisebb részben felelt az emberiség. A 20. század közepe óta azonban olyan jelentős mértékben gyorsult fel az urbanizáció és az iparosodás, hogy az napjainkra szinte fékezhetetlenül felgyorsította az éghajlat változását is. Az azóta bekövetkezett globális átlaghőmérséklet jelentős emelkedése (1. ábra) pedig minden valószínűség szerint elsősorban ennek az emberi tevékenységnek a hatására történt, döntően a légkörben lévő antropogén üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése miatt.



1. ábra: A globális átlaghőmérséklet változása (°C)

Forrás: Föld Napja Alapítvány 2016

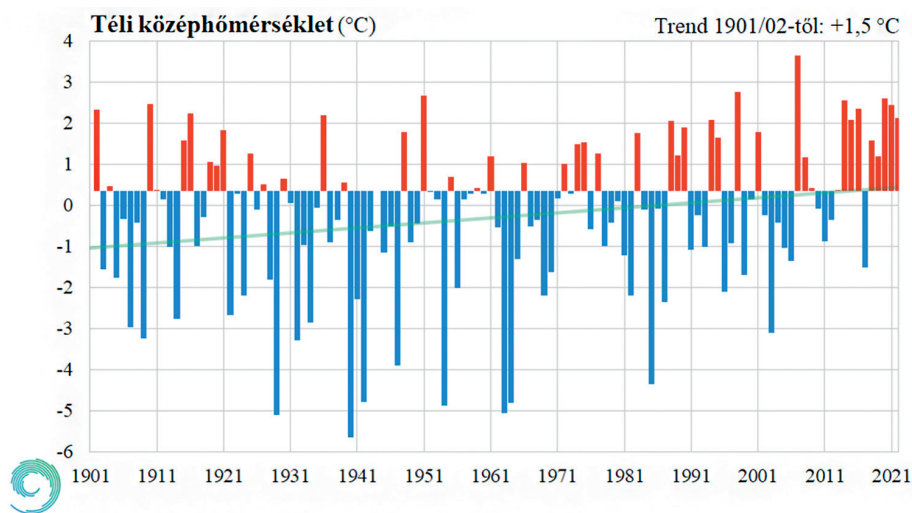
Az előrejelzések szerint a folyamatosan növekvő népesség egyre növekvő igényeinek kiszolgálását biztosító ipari és mezőgazdasági termelés a jövőben szükségszerűen tovább növeli a légkörben lévő üvegházhatást okozó gázok koncentrációját, ami várhatóan tovább gyorsítja a globális felmelegedést. A szárazföld feletti globális felmelegedés töretlen folytatódása az egyre rövidebb téli időszakokat idézi elő csökkenő hőmennyiséggel, továbbá a hosszabb

nyári időszakokat vonja maga után gyakori és hosszan tartó szárazsággal, aminek következtében a lefolyások csökkenése várható.<sup>4</sup>

Az éghajlatváltozás felgyorsulása összességében tehát számos emberi tevékenység együttes eredménye, amelyre – elsősorban annak negatív hatásaira – mielőbb megoldást kell találnunk. Kutatásunk során elsősorban hazánk szélsőséges csapadékviszonyait, továbbá az éghajlatváltozásnak a hazai vízgazdálkodásra gyakorolt hatásait vizsgáltuk annak érdekében, hogy a kialakuló gondok és kockázatok kezelésére megfelelő műszaki megoldást biztosítsunk mind a lakosság, mind pedig a gazdasági élet különböző szereplői számára.

## Az éghajlatváltozás hatásai

Az éghajlat változásának egyaránt vannak pozitív és negatív hatásai, amelyek rövid vagy hosszú távon meghatározzák és befolyásolják az emberi életet. A lakosság pozitív hatásként éli meg, hogy télen egyre magasabb a napi középhőmérséklet,<sup>5</sup> aminek következtében kevesebb energiát kell fűtésre felhasználnunk. Ezzel egyidejűleg kevesebb a havas napok száma,<sup>6</sup> így nem kell hóeltakarításra annyi időt, pénzt és energiát fordítani, mint például 1986–87 telén.<sup>7</sup> A magasabb téli átlaghőmérséklet (2. ábra) és a kevesebb hó miatt kevésbé csúszósak a közlekedési utak, így alacsonyabb a közlekedési balesetek száma.<sup>8</sup>



2. ábra: A téli középhőmérséklet Magyarországon 1901/1902 és 2021/2022 között az 1991–2020-as átlaghoz képest a homogenizált, ellenőrzött, interpolált adatsorok alapján

Forrás: Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. [é. n.c].

<sup>4</sup> JÁNOSI et al. 2023.

<sup>5</sup> Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. [é. n.a].

<sup>6</sup> Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. [é. n.b].

<sup>7</sup> KURUNCZI 2010.

<sup>8</sup> Központi Statisztikai Hivatal [é. n.].

Az éghajlatváltozás negatív hatásairól azonban sokkal többet lehet hallani a különböző médiuumokban, mivel a folyamat és annak következményei egyre több problémát és kellemetlenséget okoznak a társadalomnak. A szélsőséges időjárási események, a csökkenő terméshozamok, a kártevők elszaporodása stb. hatással vannak a környezetre, a gazdaságra, a társadalomra és az emberi szervezetre egyaránt.

Az elmúlt években számos tudományos kutatás készült, amelyekben az éghajlatváltozás okait, hatásait és azok következményeit vizsgálták és mutatták be többek között a biztonság<sup>9</sup> és a Magyar Honvédségre vonatkoztatva, mivel az extrém időjárás hatással van a katonai feladatok végrehajtására is. „2018-ban például jelentősen megnőtt a Dunához köthető robbanótestek bejelentésének száma, ami főleg a rendkívül alacsony vízállásnak volt köszönhető.”<sup>10</sup> Az éghajlatváltozás és a katonai erő viszonyrendszerének tanulmányozásával<sup>11</sup> dr. Padányi József, az NKE egyetemi tanára évek óta kiemelten foglalkozik. A témában megjelent publikációiban<sup>12</sup> ismerteti az elméleti alapvetéseket, vizsgálja az éghajlatváltozás hatását a nemzet biztonságára,<sup>13</sup> a katonai erőre<sup>14</sup> és annak feladataira, továbbá részletes elemzést ad a természeti katasztrófák elleni védekezésről, az abban betöltött – és egyre növekvő – katonai szerepről szerte a világban.

Tekintettel arra, hogy az éghajlatváltozás az emberiségre és a természetre egyaránt súlyos hatásokat gyakorolhat, ezért a változás mérséklése érdekében minél alacsonyabb átlaghőmérsékleten meg kell állítanunk bolygónk melegeledését. Ezt a célt szolgálja többek között a 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia<sup>15</sup> (NÉS-2), amelynek kidolgozása során a közpolitikai cél egy olyan cselekvési terv volt, amely lefekteti azokat a célkitűzéseket, amelyek megvalósításával az éghajlatváltozás által előidézett hatások kezelhetők. Ennek megvalósítása során – a nemzetközi erőfeszítésekkel összhangban – egyrészt mérsékelnünk kell az üvegházhatású gázok kibocsátását, másrészt növelnünk kell a szén-dioxid-elnyelő kapacitásainkat. E cél elérését segíti elő például a megújuló energiaforrások felhasználásának állami támogatása különböző pályázatokon keresztül. Napjainkban egyre jobban terjed a napenergia felhasználása, amelybe beletartozik annak passzív kiaknázása is. „Ebben az esetben az épületek helyes tájolásával, az üvegezett nyílászárók méretének növelésével és a felhasznált építőanyagok jó megválasztásával az üvegházhatás jelenség elvén szabályozhatjuk és javíthatjuk az épületek hőháztartását.”<sup>16</sup>

Cikkünkben az éghajlatváltozás okait és következményeit vizsgáljuk annak érdekében, hogy egyszerűen, hatékonyan és gazdaságosan megvalósítható műszaki megoldásokat kínáljunk a kialakult problémák megszüntetésére vagy enyhítésére, valamint a jövőben várható káros hatások megelőzésére.

<sup>9</sup> PADÁNYI 2009: 33–46.

<sup>10</sup> EMBER 2019: 65–77.

<sup>11</sup> PADÁNYI 2021: 31–43.

<sup>12</sup> PADÁNYI 2023: 111–119.

<sup>13</sup> PADÁNYI 2015: 272–284.

<sup>14</sup> PADÁNYI 2022.

<sup>15</sup> 23/2018. (X. 31.) OGY határozat.

<sup>16</sup> BEREK–DÉNES 2016: 89–96.



## Az éghajlatváltozásra adott válaszok

A NÉS–2 előrejelzése szerint Európa egyik legsérülékenyebb országa Magyarország, ezért a várható következmények elhárításának feladatai be kell hogy épüljenek a szakpolitikai tervezésbe és a gazdasági döntéshozatalba. A fokozott kockázat miatt kiemelten kezelt területek:

- mezőgazdasági termésbiztonság;
- természeti értékeink;
- emberi egészség;
- vízgazdálkodás.

A NÉS–2-ben megfogalmazott Nemzeti Vízstratégia (Kvassay Jenő Terv – KJT) bemutatja az éghajlatváltozás negatív hatásait a vizeinkre és a hazai vízgazdálkodásra. A jövőbeni időjárási szélsőségek az elérhető víz mennyiségének csökkenését eredményezhetik, miközben a társadalom és gazdaság részéről a vízigények várhatóan növekedni fognak. A területi vízgazdálkodás (árvízmentesítés és -védekezés, síkvidéki vízrendezés, belvízvédekezés, mezőgazdasági vízgazdálkodás, folyógazdálkodás, vízi utak, vízenergia-hasznosítás) kulcsfontosságú. A KJT átfogó, hosszú távú céljai között kiemeli, hogy a vizek okozta károk megelőzését előtérbe kell helyezni a védekezés helyett; a vízgazdálkodási rendszerek és a területhasználati módok összehangolt alakításában pedig lényeges, hogy a víz káros bősége a vízhiány mérséklésére legyen fordítható.<sup>17</sup>

A KJT a célokon túl az azok eléréséhez szükséges intézkedéseket, súlyponti feladatokat is meghatározza. Ezek között jelennek meg:

- a vízvisszatartás és vízzétosztás a vizeink jobb hasznosítása érdekében;
- a kockázatmegelőző vízkárelhárítás; a vizek állapotának fokozatos javítása, a jó állapot elérése;
- a minőségi víziközmű-szolgáltatás és csapadékvíz-gazdálkodás;
- a társadalom és a víz viszonyának a javítása;
- a vízgazdálkodás gazdasági szabályozó rendszerének újjászervezése;
- a tervezés és irányítás megújítása.<sup>18</sup>

Az elmúlt években több jogi és műszaki szabályozás született Magyarországon stratégiai válaszként ezekre a kihívásokra. A cél a következmények enyhítése és a változásokhoz való lehető legnagyobb alkalmazkodás.

A nemzeti vízstratégiában megfogalmazott célok mielőbbi teljesítése érdekében az országgyűlésnek mint törvényhozó szervnek, valamint a kormánynak, mint a közigazgatás legfőbb irányítójának, megkérdőjelezhetetlen feladata és felelőssége is van. Az elmúlt években több jogi és műszaki szabályozás született Magyarországon stratégiai válaszként az éghajlatváltozás okozta például energia- és vízbiztonsági kockázatok hatékony kezelésére,<sup>19</sup> amelyek célja

<sup>17</sup> 23/2018. (X. 31.) OGY határozat.

<sup>18</sup> 23/2018. (X. 31.) OGY határozat.

<sup>19</sup> FÖLDI–BEREK–PADÁNYI 2022: 87–96.

a következmények enyhítése és a változásokhoz való alkalmazkodás elősegítése volt. Ezek közül mi az alábbiakat emeljük ki.

- Vízstratégia és vízgazdálkodási politika kidolgozása. A kormánynek stratégiai vízpolitikákat kell kidolgoznia, végrehajtania és folyamatosan aktualizálnia az éghajlatváltozás hatásainak kezelésére, kiemelten kezelve a vízgazdálkodási feladatokat (benne például az öntözőrendszerek optimalizálását, a vízbázisok védelmét, a vízfelhasználás csökkentését vagy optimalizálását).
- Vízépítési műtárgyak és víziközmű-infrastruktúra fejlesztése. A kormánynek jogalkotási és anyagi lehetősége is van arra, hogy a szükséges új vízgazdálkodási infrastruktúrát létrehozza, vagy a meglévőket fejlessze, beleértve a víztározókat, vízelvezető rendszereket és árvízvédelmi létesítményeket.
- Kutatás, fejlesztés és innováció támogatása. A kormánynek fontos feladata van olyan megoldások, technológiák és módszerek kifejlesztésében, létrehozásában és bevezetésében, amelyek segíthetnek az éghajlatváltozáshoz való könnyebb alkalmazkodásban, valamint a vízgazdálkodási problémák és kihívások kezelésében.
- Környezetvédelmi és természetvédelmi szabályozás. A kormánynek szerepet kell vállalnia a természetes, elsősorban vízi élőhelyek védelmében és helyreállításában, amelyek kulcsfontosságúak lehetnek a vízbázisok fenntartható állapotának megőrzésében és az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásban. Az eddigieknél jelentősen szigorúbb jogszabályokat kell bevezetniük az erdőirtás, a talajdegradáció,<sup>20</sup> a vízkészletek szennyyezése és más környezeti károsodások megelőzése, megszüntetése és az eredeti jó állapot visszaállítása érdekében. A biodiverzitás megőrzése érdekében fontos feladat természetvédelmi területek létrehozása és védelme.
- Társadalmi felelősségvállalás és tájékoztatás. A kormánynek fontos szerepe van a lakosság tudatformálásában és tájékoztatásában az éghajlatváltozásról, annak hatásairól, továbbá az egyéni és a kollektív cselekvés fontosságáról és lehetőségeiről.
- Víztakarékosági intézkedések. A rendelkezésre álló vízkészletek takarékos és hatékony felhasználását szolgáló intézkedések, például az öntözési technológiák fejlesztése, a csepegtető öntözés és az esővízgyűjtés lehetőségeinek kiaknázása segíthetnek csökkenteni a vízfogyasztást, így hozzájárulnak az aszályos időszak átvészeléséhez.
- Vízforrások diverzifikálása. Víziányos időszakban a vízforrások diverzifikálása (például a tározók, a felszín alatti vizek, a tisztított szennyvíz használata) segíthet csökkenteni a víziány okozta gondokat. Ebben a feladatban hatékonyan alkalmazható az ivóvíz szennyezettségének gyors felismerését lehetővé tevő mikroszkópos vizsgálat. A vízminta a többi vizsgálathoz viszonyítva mikroszkóposan gyorsan feldolgozható, a laboratóriumba érkezése után 1–2 óra alatt vizsgálati eredményt adhat.<sup>21</sup>
- Nemzetközi együttműködések és egyezmények létrehozása. Tekintettel arra, hogy globális, minden országot – még ha különbözőképpen is – érintő problémáról van szó,

<sup>20</sup> Talajdegradáció: a talajok pusztulását, termőképességének csökkenését jelenti szerkezeti vagy összetételi romlás eredményeként, amit okozhat természetes hatás vagy emberi aktivitás. Ilyen folyamat például az erózió, a szervesanyag-készlet csökkenése, a tömörödés, a vízgazdálkodás szélsőséggé válása, talajszennyezés.

<sup>21</sup> PLUTZER et al. 2018: 28–31.

a kormánynak együtt kell működnie más országokkal és részt kell vennie nemzetközi egyezményekben és megállapodásokban az éghajlatváltozás hatásainak enyhítése céljából, és a vízgazdálkodást érintő közös ügyek miatt.

- Megújuló energiatermelés előmozdítása. A kormánynak különböző megoldásokkal támogatnia kell a megújuló energiatermelést, amelyek közül a fenntarthatósági elvárásoknak megfelelő vízerőművek alkalmazása több szempontból is fontos. Az energiatermelés mellett tározási feladatokat lát el, ami a természetes élőhelyekhez biztosítja a szükséges vízmennyiséget. Emellett a vízkészlet-gazdálkodásban, az árvizek levezetésében és a vizek visszatartásában is van szerepe az aszályos időszak okozta gondok kezelésére.
- Éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodási intézkedések. A kormánynak fel kell készülnie az egyre fokozódó éghajlatváltozás okozta kihívásokra, például árvizekre, viharokra és aszályokra, amelyekre megoldást nyújthatnak infrastrukturális fejlesztések, vízgazdálkodási intézkedések, innovatív vízierőművek és fenntartható településfejlesztési stratégiák.

A felsorolt intézkedések véleményünk szerint már rövid távon is tevékenyen hozzájárulhatnak az éghajlatváltozás eredményeként kialakult vízgazdálkodási problémák kezeléséhez és az érintett közösségek védelméhez a fenntartható jövő kialakításának érdekében. Fontos kihangsúlyoznunk azonban, hogy a beavatkozás során – az érintett szakterületek hozzáértő képviselőinek bevonásával – minél szélesebb körű együttműködést és összehangolt intézkedéseket alkalmazzanak az éghajlatváltozás hatásainak hatékony kezelése érdekében. Tekintettel arra, hogy az épített környezetünk létrehozása és fenntartása jelentős részben műszaki (építés, építőmérnöki, gépész stb.) feladat, így a továbbiakban azoknak a megoldási lehetőségeknek az ismertetésével foglalkozunk, amelyek szakterületeinknek megfelelnek.

## **Az éghajlatváltozás miatt fokozódó vízgazdálkodási problémák enyhítésének műszaki lehetőségei**

Az elmúlt években a csapadékszegény időjárás volt jellemző hazánk számos tájegységére, különösképpen az Alföld középső és tiszántúli részére. A 2021-es száraz év után a csapadékhiány 2022-ben tovább folytatódott, aminek következtében az ország jelentős részén súlyos aszály alakult ki, aminek kiváltó okai között a tájhasználat és a tájgazdálkodás változása<sup>22</sup> is megtalálható. Az éghajlatváltozás miatt a jövőben várhatóan bekövetkező, hasonlóan szélsőséges időjárási események, valamint az urbanizációs folyamatok eredményeként folyamatosan növekvő felhasználói vízigények és az ezzel együtt járó fokozódó szennyvízterhelés miatt egyaránt komoly következményekre kell felkészülnünk a vízgazdálkodásban. Az így várhatóan bekövetkező hatások (például vízellátás korlátozása, vízhiány, vízminőségromlás stb.) kezelése a hagyományostól eltérő szemléletet, felkészültséget és módszereket igényelnek a megoldást kereső például mezőgazdasági, pénzügyi és műszaki szakemberektől egyaránt.

<sup>22</sup> HETESI et al. 2023: 18–22.

Az éghajlatváltozás következtében kialakuló vízgazdálkodási problémák enyhítése vagy megoldása összetett feladat, amit számos tényező meghatároz. Egyidejűleg kell foglalkozni többek között a társadalom igényeinek folyamatos biztosításával, az élő és az élettelen környezet védelmével, a gazdaság működőképességének fenntartásával, valamint a szélsőséges időjárási események kezelésével. Ez azt jelenti, hogy nem csupán a vízellátás és csatornázás infrastruktúrájával kell foglalkozni, hanem a környezetszennyezés egyidejű csökkentésével, a rendelkezésre álló vízkészletek fenntartható használatával, továbbá a vízkészletek mennyiségi és minőségi védelme érdekében a természetes vízviszatarást elősegítő intézkedések alkalmazásának lehetőségeivel is.<sup>23</sup>

Az alábbiakban ismertetett műszaki megoldások véleményünk szerint fontos válaszlépések lehetnek az éghajlatváltozás következtében kialakult és a jövőben várhatóan fokozódó vízgazdálkodási problémákra.

- Zöldinfrastruktúra-fejlesztés és -fenntartás. A zöld infrastruktúra olyan környezetbarát megoldások integrált kialakítású hálózatát jelenti, amelynek célja, hogy széles körű ökoszisztéma-szolgáltatások nyújtására legyen képes. A stratégia kiterjed többek között a klímavédelmi és adaptációs intézkedésekre, az ökológiai kapcsolatok fenntartására, a zöldfelület-gazdálkodásra, a csapadékvíz-gazdálkodásra és a szabadtéri rekreációra. A településeken a lakosság megtartását, a klímavédelmet és a hatékony erőforrás-gazdálkodást mint alapvető célok megvalósítását szolgálja. A települések zöld infrastruktúrája például mérsékli a szélsőséges időjárási események hatását, amihez egyebek mellett a zöldtetők, esőkertek, parkok kialakítása is hozzájárul.
- Vízi és vizes élőhelyek kialakítása, visszaállítása. A vízi és vizes élőhelyek (mocsarak, holtágak, árterek, tóca<sup>24</sup>) egyaránt fontos szerepet töltenek be az élővilág és a természeti értékek megőrzésében, ökológiai szempontból pedig felbecsülhetetlen a jelentőségük. Ezek a területek természetes módon segítik a csapadékvizek visszatartását és lassú lefolyását, valamint növelik a felszín alatti vízkészletek mennyiségét. A mocsarak, vizes rétek és természetes tavak ugyanakkor fontosak az ökológiai egyensúly fenntartásában is. A vizes élőhelyek természetes módon csillapítják az árhullámokat, valamint tárolják a tavasszal érkező, olvadásból származó vizeket, majd a csapadékhiányos időszakban ebből biztosítják a vizet az élővilágnak.
- Föld alatti vízkészletek (például rétegvizek, talajvíz) mennyiségének növelése. A felszín alatti vízkészletek mennyiségének növelése jelentős szerepet tölt be a fenntartható vízkészlet-gazdálkodásban, valamint az éghajlatváltozás kockázatainak és káros hatásainak csökkentésében. Tekintettel arra, hogy a legnagyobb tározó térfogat a talaj, emellett ingyen és nagy mennyiségben rendelkezésre áll, így magától értetődő megoldás a területre hulló csapadék talajba szivárgását elősegíteni különböző műszaki megoldásokkal annak érdekében, hogy a csapadékvíz nagyobb mértékben és helyben hasznosítható legyen. Ezzel a megoldással egyfelől megnöveljük a talajban elraktározott (onnan később

<sup>23</sup> BALATONYI et al. 2022: 25–31.

<sup>24</sup> Tóca: vízgyűjtésre szolgáló mély gödör, kicsiny tó, tócsa, tavacska. A benne összegyűjtött vizet a háziállatok itatására, növények öntözésére, valamint mosásra és tisztálkodásra is használták főleg az Őrségben.

felhasználható) vízkészlet mennyiségét, másfelől a nagy intenzitású csapadékok nem okoznak majd komoly pusztítással járó villámárvizeket, ezáltal jelentős károkat. A felszín alatti vízkészletek mennyiségének növelésére alkalmazható műszaki megoldások például a szikkasztóárok, szikkasztóakna, permeábilis burkolat.

- A vízgyűjtőterület használatának szabályozása a lefolyási tényező módosítása érdekében. A lefolyási tényező azt mutatja meg, hogy a vizsgált területre lehullott csapadékból mennyi folyt le. Az éghajlatváltozás miatt várhatóan fokozódó vízgazdálkodási kockázatok megelőzése miatt az a hosszú távú stratégiai cél, hogy a lehullott csapadék legnagyobb része ne folyjon le a területről, hanem inkább használják fel vagy tárolják. Ennek biztosítása érdekében a vízgyűjtőterületen szabályozni kell a lefolyást leginkább befolyásoló emberi tevékenységeket, mint például a szántóföldi gazdálkodást, az építkezéseket, valamint a növényzet kiirtását.
- Víz tározók építése. A csapadékvíz visszatartása, majd összegyűjtése és tározása víztározók építésével oldható meg. Ez a megoldás biztosítja például a vízhasználatot aszály idejére, beszívárgás útján megnöveli a felszín alatti vízkészlet mennyiségét, a lehullott csapadékvíz-mennyiség egy részének visszatartásával csökkenti a nagy intenzitású csapadék miatt kialakuló villámárvizek kialakulásának és károkozásának kockázatát, valamint csökkenti az árvízi vízszintet.
- Vésztározók, árapasztó tározók építése. Az árhullámok levezetésének egyik műszaki beavatkozási lehetősége, hogy a káros víztöbbletet szabályozott körülmények között a folyó mentén kiépített árapasztó tározókba vezetik, és az árhullám levonulása után, például aszályos időszakban visszaengedik a folyóba.
- Csapadékvízgyűjtés és -felhasználás. A csapadékvíz összegyűjtésének, tárolásának és felhasználásának napjainkban egyre nagyobb a jelentősége. A megoldás alkalmazásának céljai között fontos kiemelni a vízforrások diverzifikációját, az öntözést, a környezetvédelmet, valamint a villámárvizek kockázatának és károkozásának csökkentését. A csapadékvíz gyűjtése hosszú távú olcsó megoldást jelenthet a helyi vízellátás és öntözés kihívásaira, különösen a változó éghajlati körülmények között. Az ingatlanok területére telepített tartályokban összegyűjtött csapadékvíz felhasználható öntözésre, mosásra vagy akár ivóvíz előállítására is. A megújuló energiafelhasználás lakossági támogatásához hasonló állami támogatás véleményünk szerint nagyban hozzájárulna a klímavédelmi célok megvalósításához.
- Vízfolyások vízszintjének emelése fenékküszöb építésével. A vízfolyásokban létesített fix vagy mozgatható fenékküszöbök növelhetik, egyúttal stabilizálhatják a vízfolyások vízmélységét és áramlási sebességét, ami víztározási célokat szolgál, továbbá elősegítheti a vízi közlekedést. Alkalmas arra, hogy megváltoztassa a vízfolyások természetes környezetét, ami új élőhelyeket teremthet a vízi élőlények számára, ami által hozzájárulhat a folyók biológiai sokféleségének növeléséhez.

Az éghajlatváltozás hatásait – az általunk bemutatott műszaki megoldások alkalmazásával – enyhítő intézkedések fontosabb célja többek között az emberi egészség és biztonság védelme, az életminőség javítása, a környezet megóvása, a természeti katasztrófák csökkentése,

valamint a fenntartható fejlődés előmozdítása. A fenntartható vízgazdálkodást támogató intézkedések hosszú távon segíthetnek hatékonyan csökkenteni az üvegházhatású gázok kibocsátását, ezáltal lassítani az éghajlatváltozást és mérsékelni annak káros következményeit, mint például a szélsőséges időjárási események gyakoriságát és súlyosságát, valamint az élelmszer-biztonság és vízellátás fenyegetettségét. A témában végzett kutatásunk elsődleges célja éppen ezért az, hogy az emberiség és a környezet számára egyaránt fenntarthatóbb, közös jövőt teremtsünk.

## Összegzés

Az éghajlat egyre fokozódó változása korunk egyik olyan jelentős kihívása, aminek számos káros, komplex kölcsönhatások eredményeként bekövetkező hatása van, amelyek közvetlenül érintik a környezetet, az élővilágot és az emberek életét. Globális fenyegetést jelent, ami ellen a Föld összes országának egységesen, egymással együttműködve kell fellépnie. Ennek érdekében számos nemzetközi megállapodás jött létre, amelyek konkrét cselekvési terveket is tartalmaznak a globális felmelegedés megállítására. Ilyen például a párizsi megállapodás, aminek egyik fő célkitűzése, hogy az EU 2050-re az első klímasemleges gazdasággá és társadalommá váljon.

Az éghajlatváltozás lassulását eredményező intézkedések, a globális és lokális szinten végrehajtható feladatok évtizedek óta ismertek, azok elvégzésére nemzetközi egyezmények és stratégiai együttműködések jöttek létre. A kitűzött célokat azonban nem sikerült elérni, aminek okai közül a klímabarát beruházások alacsony megtérülését, valamint a jogi szabályozás összetettségét emeljük ki. A legfontosabb nehézséget mégis inkább az okozza, hogy a gazdasági nagyhatalmak elsődleges célja a gazdaságuk folyamatos fejlődésének biztosítása, ezáltal a GDP-jük jelentős növelése, aminek eléréséhez az eddigi, üvegházhatású gázok egyre jelentősebb kibocsátásával járó gazdasági tevékenységet kell folytatniuk.

A cikkben ismertetett kutatás során az éghajlatváltozásnak a hazai vízgazdálkodásra gyakorolt – elsősorban káros – hatásait vizsgáltuk annak érdekében, hogy egyszerűen alkalmazható, ugyanakkor mégis hatékony műszaki megoldásokat találjunk a gondokra. A témában végzett kutatásunk tudományos alapokon nyugvó eredményei és megoldásai véleményünk szerint akár már rövid, néhány éves időtávon számottevően növelhetik a felhasználható vízkészlet mennyiségét. A bemutatott műszaki megoldások mindegyike azt a célt szolgálja, hogy a hazánk területére érkező csapadékvizeket, felszíni és felszín alatti vizeket hasznosítás nélkül ne engedjük ki az országhatáron.

## Felhasznált irodalom

23/2018. (X. 31.) OGY határozat a 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiáról. Online: <http://www.parlament.hu/irom40/15783/15783.pdf>

- BALATONYI László et al. (2022): Kisvízfolyások árvízi kockázatának csökkentése, a természetes vízviszszatartást elősegítő intézkedések alkalmazásának lehetőségei. *Hidrológiai Közöny*, 102(1), 25–31.
- BEREK Tamás – DÉNES Kálmán (2016): Megújuló energiaforrások felhasználása katonai létesítményekben. *Műszaki Katonai Közöny*, 26(1), 89–96. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2192/1461>
- EMBER István (2019): A dunai alacsony vízállások tűzserész tapasztalatai 2018-ban. *Műszaki Katonai Közöny*, 29(3), 65–77. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2019.3.5>
- FÖLDI, László – BEREK, Tamás – PADÁNYI, József (2022): Hungary's Energy and Water Security Countermeasures as Answers to the Challenges of Global Climate Change. *AARMS*, 20(2), 87–96. Online: <https://doi.org/10.32565/aarms.2021.2.7>
- Föld Napja Alapítvány (2016): *Amit kevesen tudnak a felmelegedésről*. Online: <http://fna.hu/hir/pluszegyfok>
- HETESI Zsolt et al. (2023): A 2022-es aszály éghajlati, tájhasználati okai és következményei. *Agrofórum*, 34(2), 18–22. Online: [https://agroforum.hu/assets/uploads/woocommerce\\_uploads/2023/02/2023\\_02\\_FEBRUAR\\_TOTAL-jte8j5.pdf#page=18](https://agroforum.hu/assets/uploads/woocommerce_uploads/2023/02/2023_02_FEBRUAR_TOTAL-jte8j5.pdf#page=18)
- JÁNOSI, Imre Miklós et al. (2023): Changing Water Cycle under a Warming Climate: Tendencies in the Carpathian Basin. *Climate*, 11(6), 118. Online: <https://doi.org/10.3390/cli11060118>
- Központi Statisztikai Hivatal [é. n.]: 4.1.1.45. *Közlekedési balesetek*. Online: [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/ege/hu/ege0061.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/ege/hu/ege0061.html)
- KURUNCZI Rita (2010): A 86-87-es tél. Online: <https://www.idokep.hu/hirek/a-86-87-es-tel>
- Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. [é. n.a]: *Éves és évszakos középhőmérsékletek változása*. Online: [https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt\\_hazai\\_valtozasok/homerseklet\\_es\\_csapadektrendek/kozephomerseklet/](https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/homerseklet_es_csapadektrendek/kozephomerseklet/)
- Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. [é. n.b]: *Grafikonok – Budapest*. Online [https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/eghajlati\\_adatsorok/Budapest/grafikonok/#y\\_drh](https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_adatsorok/Budapest/grafikonok/#y_drh)
- Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. [é. n.c]: *Hírek*. Online: <https://www.met.hu/rolunk/hirek/index.php?id=3158>
- PADÁNYI József (2009): Éghajlatváltozás és a biztonság összefüggései. *Hadtudomány*, 19(1–2), 33–46. Online: [http://mhtt.eu/hadtudomany/2009/1\\_2/033-046.pdf](http://mhtt.eu/hadtudomany/2009/1_2/033-046.pdf)
- PADÁNYI József (2015): Vízkonfliktusok. *Hadtudomány*, 25(E-szám), 272–284. Online: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2015.25.E.272>
- PADÁNYI József (2021): Az éghajlatváltozás hatásai, mint a katonai erő előtt álló biztonsági kihívások. *Hadtudomány*, 31(1), 31–43. Online: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2021.31.1.31>
- PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatásai a katonai erőre*. Budapest: Ludovika.
- PADÁNYI József (2023): Éghajlatváltozás, természeti katasztrófák, környezeti hatások, katonai képességek. *Hadtudomány*, 33(e-szám), 101–119. Online: <https://doi.org/10.17047/Hadtud.2023.33.E.1>
- PLUTZER Judit et al. (2018): A mikroszkópos biológiai vizsgálatok jelentősége vízbiztonsági szempontból 2. rész: A nyersvíztől a fogyasztóig, a kifogásoltok okai és megoldási lehetőségek. *Vízű Panoráma*, 26(6), 28–31. Online: [http://www.maviz.org/system/files/vizmu\\_panorama\\_-\\_2018-6\\_web.pdf](http://www.maviz.org/system/files/vizmu_panorama_-_2018-6_web.pdf)





Bakos Tamás<sup>1</sup> 

# A létfontosságú rendszerek azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló hatályos magyar jogi dokumentumok

## Current Hungarian Legal Documents on the Identification, Designation and Protection of Critical Infrastructures

*A magyarországi létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításával, kijelölésével és védelmével kapcsolatos nemzeti jogi szabályozás nemzetközi viszonylatban is magas színvonalú, a legfelső törvény szinttől az ágazati kormányrendeletek útján az egyes ágazatok végrehajtási utasításait is tartalmazó részletes rendszert képez, amely rendszert az elmúlt években is felülvizsgálták és kiegészítették. Céloom egy összefoglaló készítése ezen jogszabályokról, kiemelve az elmúlt években végrehajtott jelentős módosításokat.*

**Kulcsszavak:** létfontosságú rendszer, kritikus infrastruktúra, védelem, jogszabályi háttér

*The legal regulations dealing with the identification, designation and protection of critical infrastructures and facilities in Hungary are also of a high standard internationally. They form a detailed system from the highest legal level, together with the sectoral government decrees and the executive instructions of the sectors, which have been revised and supplemented in recent years. My goal is to prepare a summary of these regulations, highlighting the significant amendments made in the past years.*

**Keywords:** vital system, critical infrastructure, protection, law and regulation

<sup>1</sup> Tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Műveleti Támogató tanszék, e-mail: [bakos.tamas@uni-nke.hu](mailto:bakos.tamas@uni-nke.hu)

## Bevezetés

A létfontosságú rendszerek, kritikus infrastruktúrák az egyik legfontosabb alapvető pilléreit képezik egy társadalom működésének és stabilitásának. Ezek a rendszerek nélkülözhetetlenek mindennapi életünk, valamint a modern társadalmak működése, gazdasági és társadalmi fejlődése, biztonsága szempontjából.

Azonban a létfontosságú rendszerek sérülékenysége a különböző fenyegetésekkel szemben köztudott. A kibertámadások, természeti katasztrófák, terrorista támadások vagy emberi mulasztások komolyan veszélyeztethetik ezen rendszerek működését, szélsőséges esetekben láncreakció-szerű összeomlásokhoz vezethetnek. Emiatt kiemelkedő fontosságú, hogy megfelelő jogszabályi kereteket hozzunk létre és alkalmazzunk, amelyek biztosítják e rendszereknek a megfelelő védelmét és fenntarthatóságát.

## Létfontosságú rendszerekkel kapcsolatos jogszabályok

A létfontosságú rendszerekkel kapcsolatos jogszabályok olyan keretrendszert kell hogy képezzenek, amelyek meghatározzák azok működését, fenntartását, védelmét és vészhelyzeti reagálását. A jogszabályok az átláthatóságot, a felelősségre vonhatóságot és a hatékony válságkezelést kell hogy megcélazzák, úgy, hogy közben elősegítik az innovációt és a rendszer, valamint kapcsolódó infrastruktúráinak fejlesztését. A megfelelően kialakított és végrehajtott jogszabályok segítenek biztosítani, hogy a társadalmak létfontosságú rendszerei ellenállóak legyenek a kihívásokkal és fenyegetésekkel szemben, illetve hogy megfeleljenek a társadalom folyamatosan változó igényeinek és a technológiák fejlődésének.

## A létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény<sup>2</sup>

Magyarország Kormánya 2004-ben adta ki a terrorizmus elleni küzdelem aktuális feladatairól szóló határozatát.<sup>3</sup> Ez a kormányhatározat tartalmazta 1. sz. mellékletében a Terrorizmus Elleni Nemzeti Akciótervet, amelyben határidőkhöz kötött intézkedések is megjelentek, kapcsolódó költségekkel. A különböző szabályozásfejlesztésre, együttműködésre, felülvizsgálatokra vonatkozó intézkedések között, megjelent „Az infrastruktúra és a lakosság védelme” intézkedéscsoportban a kritikus infrastruktúra biztonságának erősítése vonatkozó intézkedés is, elsősorban a jogi alapok és a megelőzési mechanizmus fejlesztésére vonatkoztatva.

Ezt követően az első jelentős lépés Magyarországon a – mára már hatálytalan – 2080/2008. (VI. 30.) kormányhatározat<sup>4</sup> megjelenése volt, a Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról, amely tartalmazta az alapfogalmakat, kihirdette a nemzeti programról szóló

<sup>2</sup> Lrtv.

<sup>3</sup> 2112/2004. (V. 7.) Korm. határozat.

<sup>4</sup> 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat.

*Zöld Könyvet*, valamint elrendelte az ágazatok kijelölését és azok felelősségi körének meghatározását. A *Zöld Könyv*, valamint az európai és nemzeti irányelvek megjelenése, illetve többéves szakmai munka eredményeképpen 2012-ben jelent meg az Lrtv., amely részletesen tárgyalja a nemzeti létfontosságú rendszerlemek azonosításának és kijelölésének, valamint az azonosítás vagy kijelölés visszavonásának teljes folyamatát, megadva a lépéseket és a különböző lépések és feladatok egymáshoz viszonyított határidejét. Ugyancsak meghatározza az ágazatokat, a nemzeti, illetve az európai létfontosságú rendszerlemekkel kapcsolatos kijelölés vagy visszavonás folyamatát, az általános javaslattevő hatóság feladatát, valamint a folyamathoz kapcsolódó feltételeket.

A törvény többek között pár alapfogalmat is meghatároz, úgymint: ágazati kritériumok (az ágazatok által meghatározott szempontok, küszöbértékek), horizontális kritériumok (azon szempontok, küszöbértékek, amelyeket ágazati hovatartozástól függetlenül vizsgálni kell), létfontosságú rendszerlem, nemzeti létfontosságú rendszerlem, létfontosságú rendszerlem védelme, üzemeltető.

A későbbiekben többször is módosították, pontosították az alapfogalmakat, illetve új fogalmak is kerültek a törvény értelmező rendelkezései közé:<sup>5</sup>

- *alapvető szolgáltatás*: a kritikus társadalmi vagy gazdasági tevékenységek fenntartásához szükséges, elektronikus információs rendszertől függő, az alapvető szolgáltatások jegyzékében feltüntetett szolgáltatás;
- *alapvető szolgáltatások jegyzéke*: az alapvető szolgáltatások listája, amelyet az érintett központi államigazgatási szervek bevonásával állítottak össze, és a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról szóló 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet<sup>6</sup> 3. melléklete tartalmazza;
- *alapvető szolgáltatást nyújtó szereplő*: az a szervezet vagy gazdasági szereplő, amely alapvető szolgáltatást nyújt;
- *helyszíni ellenőrzést lefolytató szerv*: az ágazati kijelölő hatóság, a szakhatóság, a kijelölési eljárásban részt vevő, véleménynyilvánító szerv és jogszabály alapján helyszíni ellenőrzés lefolytatására jogosult szerv;
- *rendkívüli esemény*: olyan külső vagy belső behatás, amely a kijelölt nemzeti vagy európai rendszerlem rendeltetésszerű működését, üzemfolytonosságát jelentős mértékben veszélyezteti, akadályozza;
- *európai létfontosságú rendszerlem*: nemzeti létfontosságú rendszerlemmé kijelölt olyan létfontosságú rendszerlem, amelynek kiesése jelentős hatással lenne – az ágazatokon átnyúló kölcsönös függőségből következő hatásokat is ideértve – legalább két EGT-államra. Az európai létfontosságú rendszerlem fogalmát 2021-ben pontosították,<sup>7</sup> amely alapján – a korábbi megfogalmazástól eltérően – a kijelölés már kifejezetten és csak a nemzeti létfontosságú rendszerlemmé kijelölt rendszerekre vonatkozik.

<sup>5</sup> 2020. évi XXXI. törvény 123. §.

<sup>6</sup> Lrtv. vhr.

<sup>7</sup> 2021. évi L. törvény 28. §.

Az Lrtv. az alapvető szolgáltatást nyújtó szereplők vizsgálatát, illetve az azonosítás, kijelölés, nyilvántartás, törlés műveleteit a létfontosságú rendszerelemek módszeréhez hasonlóan, az abban részt vevő hivatali szervek feladataként írja le. Az alapvető szolgáltatást nyújtó szereplőként való azonosítás, illetve törlés automatikusan kapcsolódik a nemzeti létfontosságú rendszer elem kijelölési folyamatához, de külön elemzést és eljárást igényel. Ha egy rendszerelemről bebizonyosodik, hogy létfontosságú rendszer elem, és az üzemeltetője alapvető szolgáltatást nyújtó szereplő, ebben az esetben a nyilvántartó hatóság mind a két nyilvántartásba felveszi.

Az Lrtv. vhr. kiemeli azt a lehetőséget is, ha egy rendszerelemről az azonosítási eljárásban kiderül, hogy nem létfontosságú rendszer elem, de az üzemeltető alapvető szolgáltatást nyújtó szereplő, ebben az esetben ugyanúgy végig kell vinni az eljárást, de csak az alapvető szolgáltatást nyújtó szereplők nyilvántartásában kerülnek be az üzemeltető adatai.

A 2020. évi módosítások alapján – az előzőekben tárgyaltak mellett – az ágazatokat és alágazatokat tartalmazó 1. melléklete is kiegészült, illetve módosult:<sup>8</sup>

- az energiaágazat alágazatai közé bekerült a távhőszolgáltatás;
- az egészségügy ágazatnál az aktív fekvő betegek ellátása alágazat kiegészült a működtetésükhöz szükséges szolgáltatásokkal;
- infokommunikációs technológiáknál korábban megtalálható vezetékes és vezeték nélküli elektronikus hírközlési szolgáltatások, vezetékes és vezeték nélküli hírközlő hálózatok, rádiós távközlés, irtávközlés alágazatok helyére – összefoglaló megnevezéssel – az elektronikus hírközlési szolgáltatások, elektronikus hírközlő hálózatok alágazat került.

### **65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról**

Az Lrtv. vhr. az Lrtv. legfontosabb támogató eleme. A kormányrendeletet 2020-ban<sup>9</sup> és 2021-ben<sup>10</sup> bővítették, módosították, amely az Lrtv. módosításait, kiegészítéseit volt hivatott követni, illetve az azonosítási és kijelölési folyamat részletesebb leírásával és kiegészítéseivel a hatósági és a tulajdonosi/üzemeltetői oldal kommunikációját támogatja, segíti.

A végrehajtás érdekében az Lrtv. vhr. újabb fogalmakat definiált a törvényben megfogalmazottakat kiegészítve:

- *Azonosítás*: az a folyamat, amely során a lehetséges létfontosságú rendszer elemeket kockázatelemzés, valamint az ágazati és horizontális kritériumok alapján meghatározzák.
- *Azonosítási vizsgálat*: az a folyamat, amelynek eredményeképpen az üzemeltető magára vonatkoztatva, az ágazati és horizontális kritériumok teljesülésének lehetőségét elemezve és értékelve azonosítási jelentésében nemzeti vagy európai létfontosságú rendszer elemmé történő kijelölésre, a kijelölés visszavonására vagy a kijelölés fenntartására vonatkozó javaslatot tesz.

<sup>8</sup> 2020. évi XXXI. törvény.

<sup>9</sup> 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet.

<sup>10</sup> 375/2021. (VI. 30.) Korm. rendelet.

- *Kockázatelemzés:* fenyegetettség és kockázati tényezők vizsgálata a rendszerelemek sebezhetőségének, valamint a megzavarásuk vagy megsemmisítésük által okozott következmények értékelése céljából.

Ahhoz, hogy egy rendszer vagy rendszerelem kijelölt létfontosságúként vagy alapvető szolgáltatást nyújtó szereplőként legyen nyilvántartva, az első lépés, az ágazati javaslattevő hatóság felkérése után, az azonosítási folyamat végrehajtása. A kormányrendelet megadja az azonosítási jelentés elkészítésének szabályait és annak tartalmát, kiemelve az alapvető szolgáltatások vizsgálatát is. Az azonosítási eljárást követi az a döntési folyamat, amely az adott rendszerelem létfontosságúvá történő kijelölésével, a folyamat kijelölés nélküli lezárásával vagy a kijelölés visszavonásával járhat.

Ki kell emelni, hogy az Lrtv. vhr. már a potenciális létfontosságú rendszerelem azonosítási folyamatában is biztonsági összekötő személy meglétét igényli, akinek képzési követelményeit és foglalkoztatásának feltételeit ugyancsak részletesen taglalja.

Az Lrtv. vhr. a kijelölt létfontosságú rendszerelemek védelmével kapcsolatban részletesen meghatározza az Üzemeltetői Biztonsági Terv elkészítésének szabályait és pontos felépítését, az ellenőrzésre és együttműködésre vonatkozó szabályokat és a nyilvántartás és adtakezelés alapvetőbb előírásait. Ezek a pontok bár elég pontos keretet adnak a védelem kialakításához, de a védelmi intézkedések konkrét tervezését az üzemeltető/tulajdonos kezébe adják, így ezek a tervek, illetve a megvalósítás erősen függ a kijelölt létfontosságú rendszerelem üzemeltetőjének/tulajdonosának anyagi lehetőségeitől, szakmai tudásától és hozzáállásától.

A 2020-ban kiegészített kormányrendeletben új pontként jelent meg a kijelölt létfontosságú rendszerelem üzemeltetéséhez kapcsolódó, kötelezően végrehajtandó, éves komplex gyakorlat. A komplex gyakorlatot a hivatásos katasztrófavédelmi szerv központi szerve rendeli el, és az ágazati hatóságokkal együtt ellenőrzi és minősíti a végrehajtását.

A kormányrendelet mellékleteiben található meg az azonosítás és kijelölés folyamatához szükséges horizontális kritériumok adatai, amelyek a következők.

- *Veszteségek kritériumai:* pontosan számszerűsíti az adott idő alatt bekövetkezett halálesetek vagy súlyos sebesülések számát.
- *Gazdasági hatás kritériumai:* pontosan számszerűsíti a gazdasági veszteség mértékét, a népesség és az egy főre eső bruttó nemzeti jövedelem százalékos arányában kifejezve.
- *Társadalmi hatás kritériuma:* sűrűn lakott területen (több mint 300 fő/km<sup>2</sup>) a lakosságot káros pszichológiai és közegészségügyi hatás éri.
- *Politikai hatás kritériumai:* a rendelet szerint ha „az állam és intézményei iránti közbizalom megszűnése, valamely állami szerv működésképtelenné válása miatt a lakosság biztonságérzete kritikus szint alá csökken”.
- *Környezeti hatás kritériumai:* pontosan számszerűsíti a kimenekítés, kitelepítés minimális létszámát (10 000 fő), illetve a tartósan szennyezett terület nagyságát (100 km<sup>2</sup>), kiegészítve a természetes vizek, tájegységek, kiemelkedő területek „negatív változásaival”.

Jelentős változást jelentett a 2020-ban bevezetett<sup>11</sup> *védelem kritériuma*, amely figyelembe veszi a létfontosságú rendszerem ellátási láncban betöltött szerepét, illetve sérülés, zavar esetén a mentés, kárfelszámolás, katasztrófák elleni védelem végrehajtására való komolyabb hatásait.

További mellékletek az alapvető szolgáltatások jegyzékét, az Üzemeltetői Biztonsági Terv részletes felépítésének adatait és a hatósági eljárásokhoz kapcsolódó bírságok aktuális összegeit tartalmazzák.

## Ágazatokra vonatkozó kormányrendeletek

Az Lrtv. és az Lrtv. vhr. megszabta az ágazatokra vonatkozó, azok speciális szabályait és ágazatspecifikus kiegészítő rendelkezéseit meghatározó ágazati kormányrendeletek megalkotását. Lefontosabb céljuk az ágazati kritériumok kidolgozása, a részt vevő hatóságok konkrét megnevezése és alapfeladataik meghatározása. Jelenleg, 2024 első negyedévéig a 10 ágazat vonatkozásában 9 ágazati kormányrendelet lépett hatályba. Röviden tekintsük át ezeket.

### **374/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet az energetikai létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről<sup>12</sup>**

Az energetikai ágazat már 2013-ban kidolgozta a törvényben előírt kormányrendeletet.<sup>13</sup> A nemzetközi és hazai energetikai szabályozásban történt módosítások, az Lrtv. és az Lrtv. vhr. tartalmában történt módosítások okán 2020-ban új energetikai vonatkozású kormányrendeletet adtak ki.

Az energetikai ágazathoz kapcsolódó létfontosságú rendszerek, rendszeremek azonosítási, kijelölési folyamatában és védelmük kialakításában a kormányrendelet a tulajdonosokat nem szólítja meg. Minden ehhez kapcsolódó jogosultság és feladat a villamosenergia-rendszer engedélyesét (engedéllyel rendelkező kezelőjét/üzemeltetőjét), a kőolaj- és cseppfolyós szénhidrogén termékekhez kapcsolódó létesítmény üzemeltetőjét, a földgáz- és gáztermékekhez kapcsolódó létesítmény rendszerüzemeltetőjét, illetve az ezekhez kapcsolódó technológiai hírközlési és informatikai rendszerek üzemeltetőit terheli.

Az energetikai ágazatban több ágazati kijelölő hatóságot jelöltek ki, attól függően, hogy a vizsgált rendszerem a villamosenergia-, a földgáz- és a távhőrendszerekhez, a kőolajiparhoz, vagy a kőolajtermék-tárolás és kőolaj-feldolgozás rendszeréhez tartozik.

A kormányrendelet az Lrtv.-ben meghatározott feltételeket kiegészítve, részletesebb meghatározásokkal fogalmazza meg az európai létfontosságú rendszeremek ágazati kritériumait, illetve külön pontban a nemzeti létfontosságú rendszeremek ágazati kritériumait is. A villamosenergia-termelés, átviteli és elosztó hálózatok jellemző adataira építő ágazati kritériumok

<sup>11</sup> 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet.

<sup>12</sup> 374/2020. (VI.30.) Korm. rendelet.

<sup>13</sup> 360/2013. (X. 11.) Korm. rendelet.

mellett kiemeli, hogy nemzeti létfontosságú rendszeremként kell azonosítani minden olyan szervezetet vagy gazdasági szereplőt, amely érvényes akkreditációval rendelkezik Black Start szolgáltatás<sup>14</sup> nyújtására, vagyis jelentős kiesés esetén fontos szerepe van az erőművek és villamosenergia-rendszerek feszültségmentes állapotból történő visszaállításában.

A köolajipar és földgázszolgáltatás tekintetében az európai és nemzeti létfontosságú rendszeremek ágazati kritériumait a szolgáltatás és kapacitás kiesésének időbeli és mennyiségi mutatóiból vezették le.

A kormányrendelet röviden, de konkrétan meghatározott adattal rendelkezik a távhőrendszerről is. Nemzeti létfontosságú rendszeremként kell azonosítani azt a rendszeremet, amely kiesése legalább 20 000 felhasználó vagy díjfizető fűtési és melegvíz-célú felhasználását érinti.

Ahhoz, hogy egy energetikai szolgáltatót szükséges-e felvenni az alapvető szolgáltatást nyújtó szereplők jegyzékébe, a rendelet részletesen, konkrét értékekkel kiegészítve határozza meg a jelentős zavar mértékét, az energiaágazathoz tartozó küszöbértékeket, valamint a rendkívüli eseményekre vonatkozó részletes ágazati szabályokat.

### **512/2013. (XII. 29.) Korm. rendelet egyes rendvédelmi szervek létfontosságú rendszerei és létesítményei azonosításáról, kijelöléséről és védelméről, valamint a Rendőrség szerveiről és a Rendőrség szerveinek feladat- és hatásköréről szóló 329/2007. (XII. 13.) Korm. rendelet módosításáról<sup>15</sup>**

A rendelet a belügyminiszter közvetlen irányítása alá tartozó országos hatáskörű önálló szervezetet külön nevesítve jeleníti meg, és meghatározza a kijelölő és javaslattevő hatóságot.

Kijelölő hatóságként jelöli meg a hivatásos katasztrófavédelmi szervet az Alkotmányvédelmi Hivatal, a Nemzetbiztonsági Szakszolgálat, a Nemzeti Információs Központ, a Büntetés-végrehajtás Országos Parancsnoksága és szervei, a Nemzeti Védelmi Szolgálat, az Országos Rendőr-főkapitányság és szervei, az Országos Idegenrendészeti Főigazgatóság, valamint a Terrorrelhárítási Központ vonatkozásában. Viszont ezen szervek tekintetében a kijelölő hatóság csak az üzemeltető kérésére, az üzemeltetési azonosítási jelentés tartalma, valamint a rendészeti kormányrendeletben megfogalmazott ágazati kritériumok alapján dönthet a kijelölésről. Ezek az ágazati kritériumok konkrét adatokat, mutatókat csak szűken tartalmaznak, egy adott szerv alapfeladatának kiesését, illetve a pótolhatóság időintervallumát határozzák meg.

Ágazati javaslattevő hatóságként a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóságot, a Büntetés-végrehajtás Országos Parancsnokságát, az Országos Rendőr-főkapitányságot jelöli meg, azon rendszer, létesítmény vonatkozásában, amelynek üzemeltetőjét irányítja vagy felügyeli.

A közbiztonság-védelem ágazat létfontosságú rendszerei vonatkozásában az ellenőrzést koordináló és a helyszíni ellenőrzést lefolytató felelősként a katasztrófák elleni védekezését felelős minisztert jelöli meg.

<sup>14</sup> „[A]z a szolgáltatás, amely az egyes akkreditált termelők, üzemeltetők azon képességéből ered, hogy külső feszültség nélkül tudják indítani legalább egy termelő gépegységüket, és képesek a hálózatra kiadott feszültség és teljesítmény, valamint a frekvencia (szigetüzemi) szabályozására.” (Lrtv. vhr. 3. melléklet).

<sup>15</sup> 512/2013. (XII. 29.) Korm. rendelet.

2016 után több módosítás is bekerült a kormányrendeletbe, amelyek a belügyminiszter irányítása alá tartozó szervek szervezeti és alapfeladataikban történt változásokat követték le. Jelentősebb kiegészítés 2020-ban került be, amely meghatározza a Közbiztonság-védelem ágazatban rendkívüli esemény fogalmát és tartalmát.<sup>16</sup> A rendvédelmi kormányrendelet nem tartalmaz utasítást vagy feladatot az alapvető szolgáltatást nyújtó szereplők vagy az Lrtv. vhr. 3. mellékletét képező alapvető szolgáltatások jegyzékének vizsgálatára.

### **540/2013. (XII. 30.) Korm. rendelet a létfontosságú agrárgazdasági rendszerelemek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről<sup>17</sup>**

Az agrárgazdaság, az energetikai ágazathoz hasonlóan az Lrtv. kiadását követően azonnal megkezdte az ágazati kormányrendelet előkészítését, és 2013-ban – 2014. január 1-jei hatállyal – meg is jelent.

A rendelet értelmében az agrárgazdasághoz tartozó létfontosságú rendszerelem kijelölését, illetve visszavonását – az üzemeltetőn kívül – a megyei kormányhivatalok is kezdeményezhetik javaslattétvi hatósággként, a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal élelmiszerlánc-biztonsági és állategészségügyi hatósági hatáskörében, illetve a növény- és talajvédelmi hatósági hatáskörében eljárva. Az agrárgazdaságot illetően kijelölő hatósággként a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal jelöli meg. A nemzeti létfontosságú rendszerelemmé váló kijelölésre az agráripár szereplőit külön 15 szaktevékenységre vonatkozó pontokban említi meg, pontosan meghatározva a rájuk vonatkozó minimális kritériumtételket.

A rendelet egy esetet emel ki európai létfontosságú rendszerelem kijelölésére: „Növényi genetikai erőforrásokat megőrző génbank akkor jelölhető ki európai létfontosságú rendszerelemnek, ha egy esetleges katasztrófa helyzet közvetlenül veszélyeztetné az egyedi és pótolhatatlan biológiai alapok megtartását, és a létfontosságú létesítmény legalább harmincezer, szőlő és gyümölcsstermő növények esetén legalább ötezer megőrzött tétellel rendelkezik.”

A kijelölt létfontosságú rendszerelem biztonsági összekötő személynek az Lrtv. vhr.-ben előírt képesítési követelményein kívül az adott létesítmény tevékenységéhez köthető végzettséggel is rendelkeznie kell, úgymint mezőgazdasági, állatorvosi, élelmiszer-kereskedelmi, logisztikai vagy élelmiszer-biztonsági képesítéssel.

2019-ben a rendelet 7. §-a módosult, ettől kezdve a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatalon kívül a vármegyei kormányhivatalok is lefolytathatják agrárgazdasági ágazat tekintetében a létfontosságú rendszerelem helyszíni ellenőrzését, élelmiszerlánc-biztonsági és állategészségügyi, illetve növény- és talajvédelmi feladatkörében eljárva.<sup>18</sup>

2020-ban több kiegészítés és módosítás került a rendeletbe. Bekerült a sertés tartását végző létesítmények, illetve nemcsak a kereskedelemmel, hanem a logisztikai feladatokkal foglalkozó létesítmények köre is. Külön pontban bekerült a rendeletbe az agrárgazdaság ágazatban a rendkívüli esemény fogalma és mutatói.<sup>19</sup>

<sup>16</sup> 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet.

<sup>17</sup> 540/2013. (XII. 30.) Korm. rendelet.

<sup>18</sup> 360/2019. (XII. 30.) Korm. rendelet 128. §.

<sup>19</sup> 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet.



Az agrár kormányrendelet nem tartalmaz utasítást vagy feladatot az alapvető szolgáltatást nyújtó szereplők vagy az Lrtv. vhr. 3. mellékletét képező alapvető szolgáltatások jegyzékének vizsgálatára.

### **541/2013. (XII. 30.) Korm. rendelet a létfontosságú vízgazdálkodási rendszer-elemek és vízlétesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről**<sup>20</sup>

A kormányrendelet a víz ágazat tekintetében javaslattevő hatóságként a területileg illetékes vízügyi igazgatóságot, a nemzeti és európai létfontosságú rendszerelem kijelölő hatóságként, valamint a helyszíni ellenőrzések lefolytatására jogosult hatóságként pedig a létesítmény szerint illetékes vízügyi hatóságot jelöli meg.

Pontjaiban részletesen meghatározza a létfontosságúként kijelölendő rendszerelemek ágazati kritériumait, és azok küszöbértékeit az ivóvíz-szolgáltatás, a szennyvízelvezetés és -tisztítás, valamint a vízkárelhárítás területekre lebontva.

Az európai létfontosságú rendszerelemként való kijelölés kritériumait hasonló területek alapján tárgyalja, amelyekben kiemelt rész, ha Magyarországon kívül még egy szomszédos állam is érintett lehet.

2020-ban kiegészítésként került be kormányrendeletbe, hogy amennyiben egy közműves ivóvíz-szolgáltató teljesíti az ágazati követelményeket, abban az esetben az Lrtv. vhr. alapján alapvető szolgáltatást nyújtó szereplőként is azonosítani kell. Ehhez kapcsolódóan a kormányrendelet új pontban fejt ki a víz ágazatra vonatkozó rendkívüli esemény fogalmát.<sup>21</sup>

2021-ben pontosították a vízgazdálkodási létesítmény üzemeltetője által foglalkoztatott biztonsági összekötő személy végzettségét, amely szükség szerint szakági mérnöki vagy „biztonsági összekötő személy” szakirányú végzettséget jelent.<sup>22</sup>

### **246/2015. (IX. 8.) Korm. rendelet az egészségügyi létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről**<sup>23</sup>

Az egészségügyi kormányrendelet a pontos értelmezés érdekében bevezeti a közepes és magas biztonsági kategóriákat, illetve a mikrobiológiai vagy egyéb biológiai anyag, valamint toxin fogalmát és az ehhez kapcsolódó kutatáshoz, fejlesztéshez, gyártáshoz, kísérletezéshez szükséges műszaki-technológiai támogatás fogalmát.

Javaslattevő hatóságokként több szervezetet is megjelöl, a hozzájuk tartozó alapfeladatoktól függően, úgymint az Országos Kórházi Főigazgatóság, az Országos Mentőszolgálat, az Országos Vérellátó Szolgálat, az országos tisztifőorvos, az Országos Gyógyszerészeti és Élelmezés-egészségügyi Intézet, illetve a Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő.

<sup>20</sup> 541/2013. (XII. 30.) Korm. rendelet.

<sup>21</sup> 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet.

<sup>22</sup> 375/2021. (VI. 30.) Korm. rendelet.

<sup>23</sup> 246/215. (IX. 8.) Korm. rendelet.

Az egészségügyi kormányrendelet kijelölő hatóságként nem konkrét szervezet, szervezetet, hanem az egészségügyért felelős minisztert jelöli meg, illetve elrendeli az adott azonosítási, kijelölési folyamatra egy 9 tagból álló döntés-előkészítő bizottság létrehozását.

Nemzeti létfontosságú rendszerelemek kijelölésének ágazati kritériumait és azok küszöbértékeit 7 szakterületre vonatkoztatva külön adja meg.

A kormányrendelet értelmében európai létfontosságú rendszerelemek ágazati kritériumai hasonló területekre vonatkoznak, de maga a rendszerelem magasabb küszöbértékeket teljesít.

A biztonsági összekötő személy vonatkozásában a kormányrendelet az egészségügyi ágazat az adott szakterületekre vonatkozó szakképzettséget ír elő, a „biztonsági összekötő személy” szakképzettség nem jelenik meg a követelmények között.

Az egészségügyi kormányrendelet az Üzemeltetési Biztonsági Terv (ÜBT) elkészítésére is tartalmaz kiegészítő rendelkezéseket, és kötelezően elkészítendő kapcsolódó részterveket követel meg.

2020-ban jelentős módosítás és kiegészítés került az egészségügyi kormányrendeletbe is. A módosítások leköverték a szervezeti változásokat, és újabb fejezeteket iktattak be. Így új fejezetet képez az egészségügyi ágazatban minősített rendkívüli események fogalma és típusai.<sup>24</sup>

Továbbá új fejezetként került be az alapvető szolgáltatásokkal kapcsolatos jelentős zavar mértéke, amely egészségügyi szakterületenként adja meg a küszöbértékeket.

A rendelkezés szerint minden kórház, mentésirányítási központ, Állami Egészségügyi Tartalékezelő szervezet, vérvérvételkezelő szervezet és gyógyszer-nagykereskedelmi gazdálkodó szervezet, amely létfontosságú rendszerelemmé lett kijelölve, egyben egészségügyi ágazatba tartozó alapvető szolgáltatást nyújtó szereplőként is azonosítandó.

### **330/2015. (XI. 10.) Korm. rendelet a pénzügyi ágazathoz tartozó létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről<sup>25</sup>**

A pénzügyi ágazat 2015-ben adta ki az Lrtv. által megkövetelt kormányrendeletet. A jogszabály szűk terjedelemben rendelkezik a pénzügyi ágazat kötelezően kijelölendő szereplőiről, amely szerint a javaslattevő, valamint a helyszíni ellenőrzést lefolytató szervezet a Magyar Nemzeti Bank mint felügyelet. Kijelölő hatóságként a pénz-, tőke- és biztosítási piac szabályozásáért felelős minisztert jelöli meg.

A minisztert a kijelölés folyamatában egy 6 tagból álló döntés-előkészítő bizottság segíti, amelynek elnökét a miniszter kéri fel, tagjait pedig az általa vezetett minisztérium kormánytisztviselői közül jelöli ki.

Külön felsorolásban emeli ki a fontosabb pénzügyi, értékpapír-piaci szereplőket, hitelintézeteket, amelyeket létfontosságú rendszerelemként kell azonosítani, amennyiben az intézet vagy szervezet vonatkozásában a horizontális kritériumok bekövetkezésének legalább egy lehetősége fennáll.

<sup>24</sup> 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet.

<sup>25</sup> 330/2015. (XI. 10.) Korm. rendelet.

2020-ban két új pont került a kormányrendeletbe, amelyek röviden bevezetik a pénzügyi ágazatra vonatkozó, alapvető szolgáltatásokkal kapcsolatos jelentős zavar és rendkívüli esemény lehetséges fajtáit.<sup>26</sup> Ezen zavarok és események a normál ügymenet, a bank- és fizetési titok, az informatikai rendszer adatkezelés, számlavezetés, elektronikus banki ügyintézés sérülésére, illetve bizonyos időre történő leállítására vonatkoznak.

### **359/2015. (XII. 2.) Korm. rendelet a honvédelmi létfontosságú rendszerlemek azonosításáról, kijelöléséről és védelméről<sup>27</sup>**

A honvédelmi ágazat által kiadott kormányrendelet elveiben eltér az eddig tárgyalt ágazati rendeletektől. Egyedüli módon arra is lehetőséget ad, hogy más ágazatokhoz tartozó rendszerlemek honvédelmi érdekből történő kijelölését a honvédelmi ágazat kezdeményezze. A honvédségi szervek kezdeményezhetik saját üzemeltetésű, honvédségi rendszerlemek és más ágazatok által üzemeltetett, ágazaton kívüli rendszerlemek azonosítását és kijelölését is honvédségi létfontosságú rendszerlemként.

A kormányrendelet a honvédelmi ágazaton belüli létfontosságú rendszerlemekkel kapcsolatban javaslattevő hatóságként, kijelölő hatóságként, nyilvántartó hatóságként, helyszíni ellenőrzést lefolytató szervként és az ellenőrzést koordináló szervként a Honvédelmi Minisztériumot jelöli meg. Kiemeli, hogy az elektronikus információs hálózatok, hadiipari gyártás és szolgáltatás tekintetében figyelembe kell venni a kapcsolódó felügyeleti hatóságok véleményét.

A nemzeti létfontosságú rendszerlemek honvédelmi ágazati kritériumai olyan létesítményekre, infrastruktúrára, eszközökre vagy szolgáltatásokra vonatkoznak, amelyek kiesése a honvédelmi ágazat működésképtelenségét, súlyos zavarát vagy képességvesztését okozák, és kiemelten szerepelnek az országvédelmi tervekben, a Befogadó Nemzeti Támogatás feladataiban, a NATO magyarországi szövetségi rendszerében vagy a NATO Válságreakálási Rendszerrel összhangban álló Nemzeti Intézkedési Rendszerben. Ebbe a körbe tartozhatnak azon elemek is, amelyek stratégiai fontosságú gyártó-, javító-, tároló-, elosztó-, ellátási vagy egyéb kapacitást képviselnek, és nem helyettesíthetők a készenlétfokozás rendszerét szabályozó tervekben meghatározott időn belül.

A kormányrendelet külön pontban tartalmazza a honvédelmi ágazaton kívüli honvédelmi létfontosságú rendszerlemek azonosításának, kijelölésének és ellenőrzésének szabályait.

Két esetet különböztet meg a rendelet honvédelmi létfontosságú rendszerlemként történő kijelölésre. Első esetben a rendszerlem még nem lett kijelölve létfontosságú rendszerlemként más ágazat által, de honvédelmi szempontból kijelölése indokolt. Ebben az esetben javaslattevő hatóságként, kijelölő hatóságként, ellenőrzést koordináló szervként, valamint nyilvántartó hatóságként is a Honvédelmi Minisztérium jár el.

Második esetben a rendszerlemet már kijelölték más ágazatban, de az adott ágazat kritériumai szerinti kijelölés nem biztosítja megfelelő szinten a honvédelmi érdekek maradéktalan

<sup>26</sup> 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet.

<sup>27</sup> 359/2015. (XII. 2.) Korm. rendelet.

érvényesülését. Ebben az esetben egy új fogalmat vezet be a kormányrendelet, az úgynevezett kettős kijelölés fogalmát. Kettős kijelölés esetén a honvédelmi ágazat kijelölő hatósága is kijelöli külön határozatban a rendszerelemet, illetve a honvédelmi ágazat is nyilvántartásba veszi. Kettős kijelölésű létfontosságú rendszerelem helyszíni ellenőrzését a honvédelmi ágazat és az illetékes ágazat kijelölt szervei összehangolva hajtják végre. Fontos megjegyezni, hogy a nemzeti szabályozás nem enged – a honvédelmi ágazat kivételével – kettős kijelölést.

Az elmúlt években a honvédelmi ágazati kormányrendeletet több ízben is módosították. Több apró változtatás a jogszabályi környezet változásait hivatott lekövetni, de bekerült a rendeletbe a honvédelmi létfontosságú rendszerelemet érintő rendkívüli esemény és a honvédelmi létfontosságú elektronikus információs rendszer elem fogalma is. Mivel az Lrtv. vhr. 2020-ban történt módosítása már részletesen tartalmazza az Üzemeltetői Biztonsági Terv felépítését, ezért a honvédelmi ágazati rendeletről ezek az ágazati kiegészítő követelmények kikerültek.

2020-ban egy fontos kiegészítés került a rendeletbe.<sup>28</sup> Honvédelmi létfontosságú rendszer elem gyorsított eljárásban is ki lehet jelölni, akár a honvédelmi ágazaton belüli vagy kívül eső rendszer elem esetén is. Az eljárás megindításának nem feltétele az üzemeltető által elkészített azonosítási jelentés, helyette a javaslattevő hatóság egyszerűsített adatközlést kér az ágazati kritériumok teljesüléséről, amelyet az üzemeltetőnek 3 napon belül vissza kell küldeni. 2022-ben ez a fejezet kiegészült azzal is, hogy az ilyen módon kijelölt létfontosságú rendszer elem fokozott nemzeti és szövetségi védelmének megtervezéséhez és végrehajtásához a honvédelmi ágazat adatokat szolgáltat a honvédségi és NATO-s szervek részére.<sup>29</sup>

A honvédelmi ágazati kormányrendelet az európai létfontosságú rendszer elemekkel kapcsolatban nem tartalmaz rendelkezést.

### **249/2017. (IX. 5.) Korm. rendelet az infokommunikációs technológiák ágazathoz kapcsolódó létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről<sup>30</sup>**

A 2017-ben kiadott kormányrendelet az első és második fejezetében értelmezi azt a kört, amelyekre vonatkozik. A rendelet hatálya alá tartoznak:

- az internet-hozzáférési szolgáltatás és internet-infrastruktúra;
- az elektronikus hírközlési szolgáltatások, elektronikus hírközlő hálózatok;
- a műsorszórás;
- a postai szolgáltatások;
- kormányzati elektronikus információs rendszerek.

A rendelet hatálya nem vonatkozik a zárt célú elektronikus információs rendszerekre, mint például a honvédelmi célú elektronikus információs rendszerek, valamint a kísérleti, kutatási, oktatási céllal működtetett rendszereire.

<sup>28</sup> 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet 84. §.

<sup>29</sup> 409/2022. (X. 24.) Korm. rendelet 20. §.

<sup>30</sup> 249/2017. (IX. 5.) Korm. rendelet.

Az ágazati kijelölő hatóságként a 2017-ben megjelent kormányrendelet a postaügyért felelős minisztert határozta meg, de a 2020-ban bevezetett módosítások óta az ágazatba besorolt rendszerelemek nemzeti és európai létfontosságú rendszerelemként történő kijelölésére a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság jogosult.<sup>31</sup> A kijelölő hatóság feladatát döntés-előkészítő bizottság segíti. A postaügyért felelős miniszter a postai szolgáltatások alágazat nemzeti létfontosságú rendszerlemeinek és európai létfontosságú rendszerlemeinek kijelölése és a kijelölés visszavonása során javaslattevő hatóságként jár el.

2020-as módosítás folyamán több új fejezettel is kiegészült az infokommunikációs kormányrendelet.<sup>32</sup>

Új fejezetként került be, hogy az internet-hozzáférést, elektronikus hírközlést, műsor-szórását szolgáltatók, amennyiben elérik az éves nettó 1 milliárd forint árbevételt, azonosítási jelentés beadására kötelezettek. Az Lrtv. vhr. alapján előírt azonosítási jelentés tartalmát ki kell egészíteni az üzemeltető teljes hálózati infrastruktúrájának bemutatásával, illetve egy elemzéssel, amely arra vonatkozik, hogy az adott üzemeltető egyes rendszerlemeit mely más elektronikus hírközlési szolgáltatók veszik igénybe. Ez a pont első lépése lehet egy átfogóbb ágazati belső interdependencia-vizsgálatnak.

Ugyancsak új fejezetként került be a kormányrendeletbe 2020-ban a jelentős zavar mértékének, az azokhoz kapcsolódó küszöbértékeknek a meghatározása, illetve a rendkívüli események definiálása.

### **161/2019. (VII. 4.) Korm. rendelet a közlekedési létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről<sup>33</sup>**

A közlekedési ágazati kormányrendelet az első fejezetében pontosítja, hogy üzemeltetőként a közutak kezelőjét, repülőterek és légiforgalmi földi berendezések, hajózási létesítmények, logisztikai központok üzemben tartóját, valamint a vasúti pályahálózat-működtető társaságokat kell érteni.

A közlekedési létfontosságú rendszerelemek ágazati kijelölő hatósága és a helyszíni ellenőrzést lefolytató szerve tekintetében a kormányrendelet elkülöníti az alágazatokat, amely alapján a közúti, vasúti, vízi, légi közlekedés, valamint a logisztikai alágazat tekintetében a szakmai felelős hatóságokat jelöli meg.

A közlekedési kormányrendelet javaslattevő hatóságot nem jelöl meg, így az azonosítási eljárást vagy maga az üzemeltető, vagy az adott kijelölő hatóság kezdeményezheti. Illetve a honvédelmi ágazati kormányrendelet alapján akár a honvédelmi javaslattevő hatóság.

Európai létfontosságú rendszerelemek kijelölésének ágazati kritériumaiként minden alágazat tekintetében fontos szempont, hogy az adott közlekedési rendszerelem olyan hálózat része, amelynek kiesése nemzetközi viszonylatban is fennakadásokat okoz. Példaként ide lehet sorolni a transeurópai úthálózat törzshálózatának közúti és vízi részeit, a gyorsforgalmi utak hídjait,

<sup>31</sup> 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet.

<sup>32</sup> 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet.

<sup>33</sup> 161/2019. (VII. 4.) Korm. rendelet.

nemzetközi személy- és áruforgalom lebonyolítását végző közúti és vasúti határátkelőhelyeket, nemzetközi kereskedelmi repülőtereket, intermodális terminálokat.

A kormányrendelet megfogalmazása szerint a közlekedési ágazat minden európai létfontosságú rendszerleme, amelyet Magyarország területén jelöltek ki, egyben nemzeti létfontosságú rendszerlem is.

2020-ban új fejezetként került be a kormányrendeletbe az alapvető szolgáltatásokkal kapcsolatos jelentős zavar mértékének, az azokhoz kapcsolódó küszöbértékeknek a meghatározása, illetve a rendkívüli események definiálása.<sup>34</sup>

## Összegzés

A magyarországi létfontosságú rendszerekkel kapcsolatos jogi szabályozás nemzetközi szinten is jól kidolgozott és részletes. A szakterületen jártas szakemberek és a megfelelő jogosultságokkal rendelkező különböző hatóságok minden segítséget megadnak az üzemeltetők részére, és a folyamat végrehajtásának minden fázisában részt is vesznek, mégis a létfontosságú rendszerlemmé történő kijelölés és a kijelölt rendszerlemek valós védelmének kialakítása nagyon nehézkesen, lassan zajlik.

A nehézségek oka – a források hiánya mellett – a törvényi szabályozás üzemeltetők és a hatóságok szerinti eltérő értelmezése, a kritikusság nagyon szerteágazó, több esetben sok szakterületet érintő vizsgálatának nehézségei, valamint az ágazatok közötti, még feltáratlan interdependencia, vagyis függőségi viszony igen bonyolult hálója. A jelen cikkben tárgyalt jogi szabályok jövőbeni fejlesztése esetén, lehetőség szerint figyelembe kell venni ezeket a tényezőket.

## Felhasznált irodalom

2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
2020. évi XXXI. törvény egyes törvényeknek a polgárok biztonságát erősítő módosításáról
2021. évi L. törvény az egyes hatósági eljárásokat érintő egyszerűsítések érdekében szükséges törvénymódosításokról
- 2112/2004. (V. 7.) Korm. határozat a terrorizmus elleni küzdelem aktuális feladatairól
- 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat a Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról
- 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról
- 512/2013. (XII. 29.) Korm. rendelet egyes rendvédelmi szervek létfontosságú rendszerei és létesítményei azonosításáról, kijelöléséről és védelméről, valamint a Rendőrség szerveiről és a Rendőrség szerveinek feladat- és hatásköréről szóló 329/2007. (XII. 13.) Korm. rendelet módosításáról
- 540/2013. (XII. 30.) Korm. rendelet a létfontosságú agrárgazdasági rendszerlemek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről

<sup>34</sup> 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet.

- 541/2013. (XII. 30.) Korm. rendelet a létfontosságú vízgazdálkodási rendszer elemek és vízlétesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- 246/2015. (IX. 8.) Korm. rendelet az egészségügyi létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- 330/2015. (XI. 10.) Korm. rendelet a pénzügyi ágazathoz tartozó létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- 359/2015. (XII. 2.) Korm. rendelet a honvédelmi létfontosságú rendszer elemek azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- 249/2017. (IX. 5.) Korm. rendelet az infokommunikációs technológiák ágazathoz kapcsolódó létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- 161/2019. (VII. 4.) Korm. rendelet a közlekedési létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- 374/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet az energetikai létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- 375/2020. (VII. 30.) Korm. rendelet egyes kiberbiztonsági tárgyú és egyéb kormányrendeletek módosításáról
- 375/2021. (VI. 30.) Korm. rendelet az egyes hatósági eljárásokat érintő egyszerűsítések érdekében szükséges kormányrendeletek módosításáról

# Tartalom

<b>LECTORI SALUTEM!</b>	<b>5</b>
<b>PADÁNYI JÓZSEF: Monarchiás erődök a mesélő Boszniában</b>	<b>7</b>
<b>HAJÓS BENCE: Szemelvények a magyar közúti hídrobantások történetéből – Prof. Dr. Lukács László 70. születésnapjára ajánlva</b>	<b>17</b>
<b>VÉGVÁRI ZSOLT: A rádióvezérelt improvizált robbanóeszközök elleni védelem</b>	<b>31</b>
<b>EMBER ISTVÁN: Tesztrobantási eredmények politejsavból készült kumulatív béléstestekkel</b>	<b>47</b>
<b>ÉLES PÉTER, TERÉK TAMÁS : Hagyományos lőszer élettartam-menedzsmentje az ENSZ elvei szerint – Tapasztalataink a RACVIAC által szervezett szemináriumról</b>	<b>57</b>
<b>HERNÁD MÁRIA: Kémiai biztonság a robbantástechnikában</b>	<b>67</b>
<b>BALOGH ZSUZSANNA: Európai lőszerellátás és tárolási kapacitások a háború kapcsán</b>	<b>89</b>
<b>KOVÁCS MÁRK: Improvizált robbanóeszközök az IRA és az Iszlám Állam módszerei, eljárásai és felhasznált eszközei között</b>	<b>101</b>
<b>VÉG RÓBERT LÁSZLÓ: Forgó dugattyús befecskendező- szivattyúk a harc- és gépjárműtechnikában</b>	<b>115</b>
<b>NORBERT DARUKA, LÓRÁND KUGYELA: Explosive Ordnance Detection in Areas Designated for Mining</b>	<b>129</b>
<b>LÁSZLÓ SZALKAI: Law and Order Aspects of the Impact of an Explosion on the Human Body</b>	<b>143</b>
<b>KUTI RAJMUND, HAJDÚ FLÓRA: Kismotorfecskendőről üzemeltetett tűzoltórendszer vizsgálata modellezéssel és számítógépes szimulációval</b>	<b>155</b>
<b>SZÉNÁSI IMRE: A Leopard 2 A7HU átkelési lehetőségei vízi akadályokon</b>	<b>167</b>
<b>BÁLINT FERENC, PETŐ RICHÁRD: A biztonságtechnikai mérnöki képzés múltja és jövője</b>	<b>191</b>
<b>DÉNES KÁLMÁN, KOVÁCS ZOLTÁN, EMBER ISTVÁN: Az éghajlatváltozás miatt fokozódó vízgazdálkodási problémák enyhítésének műszaki lehetőségei</b>	<b>205</b>
<b>BAKOS TAMÁS: A létfontosságú rendszerek azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló hatályos magyar jogi dokumentumok</b>	<b>217</b>