



II. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
DRILLING AND BLASTING TECHNOLOGY
2023

SYMPOSIUM PROCEEDINGS

HUNGARIAN SOCIETY FOR BLASTING TECHNOLOGY
HUNGARIAN ASSOCIATION OF MILITARY SCIENCE
ENGINEER SECTION

25 October 2023
UPS, Budapest
Hungary

SZIMPÓZIUM KIADVÁNY

MAGYAR ROBBANTÁSTECHNIKAI EGYESÜLET
MAGYAR HADTUDOMÁNYI TÁRSASÁG
MŰSZAKI SZAKOSZTÁLY

2023. október 25.
Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest
Magyarország

ISBN - 978 - 615 - 01- 8747 - 1

II. FŰRÉS - ROBBANTÁSTECHNIKA
NEMZETKÖZI SZIMPÓZIUM
2023



MAGYAR HADTUDOMÁNYI TÁRSASÁG Műszaki szakosztály
HUNGARIAN ASSOCIATION OF MILITARY SCIENCE ENGINEER SECTION

MAGYAR ROBBANTÁSTECHNIKAI EGYESÜLET
HUNGARIAN SOCIETY FOR BLASTING TECHNOLOGY

All rights reserved. Minden jog fenntartva.

A kiadványt vagy annak bármely részét a MARE engedélye nélkül bármilyen formában vagy bármilyen eszközzel másolni, tárolni vagy közölni tilos!

Kiadja a Magyar Robbantástechnikai Egyesület

Székhely: 1145 Budapest, Columbus u. 17-23.

Levelezési cím: (Nemes József) H-2481 Velence, József Attila u. 2/A.

Adószám: 18113358-1-42

Pénzforgalmi azonosító: 11736006-20365538

Honlapjának URL-je: <http://mare.info.hu/>

A kiadvány címe:

II. FÚRÁS-ROBBANTÁSTECHNIKA
nemzetközi szimpózium
különkiadás
2023

Szerzők:

Prof. Dr. LUKÁCS László – Dr. DARUKA Norbert – DIÓSZEGI Imre – EMBER István
KUGYELA Lóránd – ÉLES Péter – TERÉK Tamás – Dr. KOVÁCS Zoltán
Jozef RUSKA – SZALKAI László – BUNYITAI Ákos
ALMÁSI Csaba – KÁTAI-URBÁN Lajos – VARGA Ferenc – VASS Gyula

A szimpózium kétnyelvű
(magyar-angol)

Lektorálta: Prof. Dr. Lukács László
Dr. Bohus Géza
Dr. Kamburov Milenov Sztefan
Dr. Gál József

Szakmai konzulens: Véghelyi Tibor
Nemes József

ISBN – 978 – 615 – 01– 8747 – 1

A kiadvány típusa: elektronikus (PDF).

Szerkesztő: Dr. Daruka Norbert PhD. – Ember István – Dr. Kovács Zoltán Tibor PhD.

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|---|-----|
| ELŐSZÓ..... | 4 |
| Prof. Dr. LUKÁCS László AZ IRÁNYÍTOTT HATÁSÚ ROBBANÁS – AHOGY ELKEZDÖDÖTT | 5 |
| Dr. DARUKA Norbert A FOLYAMATOS SZAKMAI UTÁNPÓTLÁS HELYZETE – HARMADSZOR IS ELINDULT A ROBBANTÁSTECHNIKAI SZAKMÉRNÖK/SZAKEMBER SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS | 31 |
| DIÓSZEGI Imre ROBBANÓANYAG- ÉS ROBBANÁSVÉDELMI BIZTONSÁGI ELŐÍRÁSOK A RAKTÁROZÁS, VALAMINT A ROBBANÓANYAGIPARI LÉTESÍTMÉNYEK TERVEZÉSÉNÉL ÉS ENGEDÉLYEZTETÉSI ELJÁRÁSÁNÁL | 42 |
| Jozef RUSKA A KÖRNYEZETI HATÁSVIZSGÁLATI ELJÁRÁSSAL KAPCSOLATOS TAPASZTALATOK KIÉRTÉKELÉSE – MI NEM VAGYUNK A TERMÉSZET ELLENSÉGEI | 56 |
| KUGYELA Lóránd A HELYSZÍNI KEVERÉSŰ TÖBB KOMPONENSŰ ROBBANÓANYAGOK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA..... | 68 |
| EMBER István POLIMER KUMULATÍV KÚPOK ADDITÍV GYÁRTÁSÁNAK KIHÍVÁSAI | 85 |
| Dr. KOVÁCS Zoltán 3D NYOMTATÁS ÉS FELHASZNÁLÁSA A KATONAI ROBBANTÁSTECHNIKA OKTATÁSÁBAN..... | 94 |
| SZALKAI László NYÍLÁSZÁRÓK ERŐSZAKOS NYITÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI | 104 |
| BUNYITAI Ákos NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK BŰNÖS SZÁNDÉKÚ ROBBANTÁSOS CSELEKMÉNYEK ELLENI VÉDELMEINEK NEMZETI SZABÁLYOZÁSA..... | 118 |
| ÉLES Péter TŰZÉRSÉGI ÉS HARCKOCSILÓSZER LÖVEDÉKEK, AKNAGRÁNÁTOK ROBBANÓANYAG TÖLTETEI ELTÁVOLÍTÁSÁNAK MAGYAR HONVÉDSÉGBEN ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIÁI | 130 |
| TERÉK Tamás KÖZPONTI HARCANYAGRAKTÁRAK VÉDELMEINEK FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI TERRORTÁMADÁS ELLEN..... | 142 |
| ALMÁSI Csaba – KÁTAI-URBÁN Lajos – VARGA Ferenc – VASS Gyula DISASTER MANAGEMENT ISSUES OF ROAD TRANSPORTATION OF EXPLOSIVES..... | 151 |
| Dr. DARUKA Norbert THE RELATIONSHIP BETWEEN EXPLOSIVES ENGINEERING AND EXPLOSION PROTECTION AS TWO DIFFERENT DISCIPLINES | 159 |
| ZÁRSZÓ | 172 |

ELŐSZÓ

A Magyar Hadtudományi Társaság 1990-ben jött létre azzal a céllal, hogy elősegítse a hadtudomány fejlődését, a katonai biztonság problémáinak tudományos vizsgálatát, a tudományos eredmények gyakorlatba történő átültetését. Fontos célnak tekinti, hogy összefogja azokat a szakembereket, akik a hadtudományokkal és a kapcsolódó tudományterületekkel foglalkoznak.

Ez a cél vezérelt bennünket akkor, amikor 2023. február 6-án együttműködési szerződést írtunk alá a Magyar Robbantástechnikai Egyesülettel (MARE). A megállapodással kölcsönös kötelezettséget vállaltunk arra, hogy olyan kutatási programokat és tudományos rendezvényeket szervezünk, amelyek mindkét fél hazai és nemzetközi megítélését erősítik, növelik a két szervezet jó hírnevét, hozzájárulnak a műszaki támogatás tudományos és szakmai ismereteinek erősítéséhez. Azt is vállaltuk, hogy a közös tevékenységünk eredményeképpen tovább fejlődjön a robbantástechnikával, valamint a kapcsolódó katonai elmélettel kapcsolatos magyar szakmai nyelvezet, terminológia, segítjük egymás kiadványainak kiadását és népszerűsítését. A feladatkör különösen aktuális napjainkban, amikor az orosz-ukrán háborúval kapcsolatban mindennaposok lettek a műszaki harctámogatással kapcsolatos hírek.

Öröndetes, hogy az együttműködési szerződés aláírása után fél évvel a Magyar Robbantástechnikai Egyesület és az MHTT Műszaki Szakosztálya (MŰSZO) nemcsak megszervezte a II. Fúrás- Robbantástechnika nemzetközi szimpóziumot, hanem volt intellektuális ereje is a legfontosabb tanulmányok konferenciakötetben történő megjelentetésére. Csak üdvözölni lehet a Műszaki Szakosztály kitartó munkálkodását, hogy az új-régi partnerekkel folytatni tudják azt a munkát, amit a Társaság egyik alapító szakosztályaként 1991 óta végeznek.

A szimpóziumi különkiadás 13 tanulmányt tartalmaz 15 magyar és külföldi szerzőtől. Köszönettel tartozunk a szerkesztőknek, hogy vállalták a kiadványkészítés nehéz feladatát. Örömmünkre szolgál, hogy a nemzetközi szimpóziumi különkiadáshoz a Társaság is hozzá tud járulni. Ez egy fontos misszió, amely – mint ebben az esetben is látjuk – új tudományos eredményeket hoz, hozzájárul szakmai körökben a tudományos ismeretterjesztés fontos feladatához.

A kiadvány jól bizonyítja, hogy a honvédelem és a hadtudomány össztársadalmi ügyek, amelyekben még speciális tudományos területen is jól együtt tudnak működni katonák és civilek. Közös munkálkodásuk célja, hogy mindenki számára egyértelmű legyen a honvédelem fontossága a társadalomban. Ahogyan Kossuth Lajos írta 1848-ban: „*Fel mindnyájan a hon védelmére*”.

Éppen ezért magasra értékeljük a MARE és az MHTT MŰSZO közös kezdeményezését a II. nemzetközi szimpózium megrendezésére és a konferencia különkiadásának elkészítésére. A kiadványt jó szívvel ajánlom a szakértők és az érdeklődő szélesebb nyilvánosság figyelmébe.

A további tevékenységhez töretlen alkotókedvet, kitartást és sok sikert kívánok!

Prof. Dr. Szenes Zoltán
a Magyar Hadtudományi Társaság elnöke
egyetemi tanár



THE DIRECTED-EFFECT EXPLOSION – AS IT BEGAN

AZ IRÁNYÍTOTT HATÁSÚ ROBBANÁS – AHOGY ELKEZDŐDÖTT

Prof. Dr. LUKÁCS László¹

Abstract

In 1859, France launched the world's first wooden warship, the Gloire, with a hull at least partly covered in steel plate. This led to huge military developments and research in many countries around the World, both into ever larger steel warships and into weapons capable of destroying them. One of the unexpected results of this research, however, was a revolution in the technology of explosives. The American Charles Edward Munroe, while testing high explosives in torpedoes, discovered the ability to concentrate explosive energy, creating the first shaped (hollow or cumulative) charge. This article presents the history of the invention and development of the cumulative effect, known as the Munroe effect, and the resulting Misnay-Schardin effect, which is based on the principle of explosively formed projectiles. We commemorate the epoch-making inventions of the Hungarian military engineer József Misnay: the world's first cumulative, metal-free anti-vehicle mine (43. M. plate mine), and the also world's first off-route anti-tank mine, the LÖTAK developed by him.

Keywords: shaped charge, torpedo, Munroe effect, Misnay-Schardin effect, József Misnay

Összegzés

1859-ben Franciaországban vízre bocsátották a világon az első, legalább részben acéllemezzel borított testű fa hadihajót, a Gloire-t. Ennek hatására a világ számos országában jelentős haditechnikai fejlesztések és kutatások kezdődtek úgy az egyre hatalmasabb acél hadihajók, mint az ezek elpusztítására képes fegyverek terén. Ez utóbbiak egyik váratlan eredménye azonban a robbantástechnikában is forradalmi változást indított el. Az amerikai Charles Edward Munroe, torpedóban alkalmazható nagyhatású robbanóanyagokat tesztelő kísérletek közben fedezte fel a robbanási energia koncentrálhatóságát, megalkotva ezzel az első kumulatív összpontosított töltetet. A cikkben bemutatjuk a Munroe-effektus néven ismert kumulatív hatás, valamint az ennek nyomán megszületett Misnay-Schardin effektus elvén működő, robbanással formált lövedékek feltalálásának és fejlődésének történetét. Megemlékezünk a magyar hadmérnök Misnay József korszakalkotó találmányairól, a világ első kumulatív, fémmentes testű harcjármű elleni aknájáról (43. M. tányérakna), és az ugyancsak általa kifejlesztett világelső oldal elleni aknáról, a LÖTAK-ról.

Kulcsszavak: kumulatív töltet, torpedó, Munroe-effektus, Misnay-Schardin effektus, Misnay József

BEVEZETÉS

A robbanás hatásának irányíthatóságán alapuló szerkezetek egyik része nélkül nehezen lenne elképzelhető mai életünk. A Munroe-effektus elvén működő kumulatív tölteteket például a fém szerkezeti elemek bontásában ugyanúgy használjuk, mint a szénhidrogén bányászatban, de még az űrtechnikában is. Sajnos alkalmazásuk nem csak a békés mindennapokra korlátozódik, hiszen a fegyveres harcban is fontos szerepet kapnak a kumulatív lőszer, műszaki akna, vagy akár kézigránatok.

A Misnay-Schardin effektus felfedezése a robbanással formált lövedékek kialakulását segítette, melyek ma, a nagy pontosságú tüzérségi és légi fegyverek korában még nagyobb

¹ A hadtudomány kandidátusa, nyugalmazott tanszékvezető egyetemi tanár. E-mail: llukacs@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8569-5013>.

jelentőséggel bírnak a harctereken. Békés alkalmazásról ezeknél a szerkezeteknél nem beszélhetünk.

A cikkben ennek a két jelenségnek a felfedezését, korai fejlődésének lépéseit mutatjuk be. Megemlékezünk egy méltatlanul elfeledett magyar kutató-fejlesztő hadmérnökről is, aki a nevét két, a világon elsőnek megalkotott irányított hatású robbanószerkezettel írta be a had- és haditechnika történetébe: Misnay Józsefről.

1. A KUMULATÍV HATÁS – EGY MEGLEPŐ KEZDET

Bármennyire is hihetetlennek tűnik, de a robbanás irányított hatásának kutatása, fejlesztése, a tengeri hadviselés terén bekövetkezett forradalmi változások miatt kezdődött. A 19. századra Anglia tengeri egyeduralma megszilárdult, gyors és hatalmas tüzerővel rendelkező hadihajói uralták a világtengereket. A francia *Admiralitás* egy új típusú hajó megépítésével próbálta ellensúlyozni ezt a fölényt, amikor 1858-ban elkezdték a *La Gloire*, az első páncélozott fahajó építését. Az 1859-ben vízre bocsátott 77,8 m hosszú és 5630 tonna vízkiszorítású hajó testét a vízvonalig 4,5 hüvelyk (12 cm) vastag acéllemezek védték. III. Napóleon császár biztos volt abban, hogy az általa tervezetett „lövedékálló” új hajókkal a haditengerészet képes lesz a briteknél jobban manőverezni és löni. A franciák eredeti szándéka szerint az egész flottájukat lecserélték volna vastestű hajókra, de az ipari kapacitásuk képtelennek bizonyult ehhez elegendő vasat szállítani. A *La Gloire* azonban nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. Az ágyúk közel voltak egymáshoz és a lövegnyílások túl közel voltak a vízvonalhoz, ami nagyon megnehezítette a harcot a nyugodt tengeren kívül minden más esetben. Ráadásul a felhasznált faanyag is rossz minőségű volt és a vaspáncélzat miatt nem tudott kiszáradni sem, ezért a hajótest gyorsan elkorhadt, és 1883-ban leselejtezték.

A franciák kihívására adott *brit válasz* alapjaiban változtatta meg a tengeri hadviselést. Bár *Baldwin Walker admirális*, az angol haditengerészet felügyelője nem volt meggyőződve arról, hogy a vashajók valaha is teljesen felváltják a fából készülteket, de felismerte, hogy az ország biztonsága attól függ, hogy a francia fenyegetés minél hamarabb elháruljon. Az először javasolt egyszerű megoldás az volt, hogy a meglévő hajókat ők is vasalással burkolják be, de *Sir John Pakington*, az *Admiralitás* első lordja a teljesen vashéjazatú hajók építését támogatta, és 1858 novemberében megbízást adott egy ilyen tervezésére. A *La Gloire* üzembe helyezése után négy hónappal vízre bocsátott tisztán fémtestű hajó, a *Warrior* a világ akkori leggyorsabb, legnagyobb, legerősebb és legerősebben felfegyverzett hadihajója volt és testvérhajójával, a *Black Prince*-szel megerősítették Nagy-Britannia helyét a tengerek uraként. Ezek jelentették a hajózásban egyben az átmenetet is a vitorlázásról a gőz meghajtásra.

A hadihajógyártás ezután a világon mindenhol a fémtestű gőzhajók felé fordult, ugyanakkor előre vetítették a tengeri csaták egy másik fontos eleme, a *tüzérség elengedhetetlen fejlesztését* is. 1862. március 9-én a virginiai *Hampton Roadsnál*, az amerikai történelem egyik leghíresebb tengeri csatájában két vashajó, a *U.S.S. Monitor* és a *C.S.S. Virginia* ütközete „döntetlen”

eredménnyel zárult. A hajók egész délelőtt (négy órán keresztül) lötték egymást, de páncéllemezeik könnyedén kivédtek a hagyományos ágyúk lövéseit, ezzel is bizonyítva a gőzzel hajtott vashajók új korszakának eljövételét.

Az 1890-es évek végén és az 1900-as évek elején a tüzérségi fejlesztések, amelyeket az Egyesült Királyságban *Percy Scott*, az Egyesült Államokban pedig *William Sims* vezetett, már a soha nem látott 6000 yardra (5500 m) tolták ki a lövegek harci távolságát, ami elég nagy volt ahhoz, hogy a tüzéreknek meg kellett várniuk a kilőtt lövedékek becsapódását, mielőtt a következő tüzeléshez korrekciókat alkalmaztak volna.

A 20. század elejére a britek tovább emelték a tétet. A *HMS Dreadnought*, a *Királyi Haditengerészet új csatahajója* forradalmasította a tengerészeti hadviselést. A hajó 1906-os hadrendbe állítása olyan előrelépést jelentett a haditengerészeti technológiában, hogy nevéhez a csatahajók egész generációja, a „dreadnoughtok”, valamint a róla elnevezett hajóosztály is társult a világ minden tengeri flottájában.

A tengeri csaták évszázados gyakorlata az új, nagysebességű és páncélvédett hajók megjelenésével idejét múlttá vált.

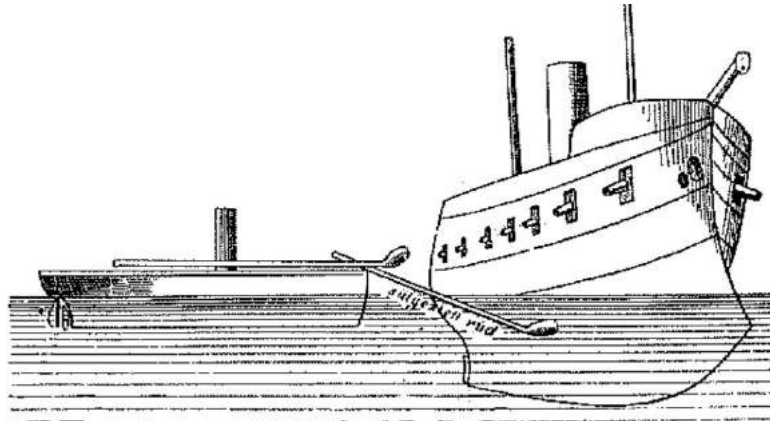
1.1 A torpedók megjelenése

A vastag páncéllal és hatalmas tüzérségi erővel rendelkező hadihajók ellen a tüzérség mellett egy annál sokkal olcsóbb, mégis hatékony fegyver kifejlesztése is elkezdődött világszerte. A *Pallas Lexikon 1897-ben* az alábbiakban foglalta össze a torpedónak nevezett új fegyver jellemzőit²: „minden olyan testet, tárgyat, melyet a kikötőknek, folyamtorkolatoknak elzárására, ellenséges hajóknak megtámadására használtak, és amely állandóan egyhelyben fekvő vagy tova úszva, lökés, ütés vagy a villám szikra által a víz alatt robbanásra volt hozható, kivétel nélkül T.-nak neveztek. E fegyver hivatására való tekintettel azonban az újabb időben kétféle T.-t különböztetnek meg: a defenzív T.-t (tengeri tűzagnát) és az offenzív T.-t, a szerint, amint kizárólag csak védőfegyverként használtak (tengeri tűzakna), vagy mint támadó eszköz jön alkalmazásba.” [1. p. 278.]

A támadó torpedók kezdeti példányainak alkalmazása, első olvasásra meglehetősen öngyilkos vállalkozásnak tűnik. „Offenzív T. vagy egyszerűen T. Az első ilyen fegyver, melynek keletkezése az amerikai polgárháború idejére esik és úgy ottan, mint később az orosz-török és a francia-kínai háborúkban eredménnyel használtatott, az u. n. rúd-T. Kezdetleges primitív szerkezete az idővel haladó sok kísérletezés folytán annyira javult, hogy a hetvenes években [...] mint a hadi tengerészetek T.-fegyvere általánosan használatba vétetett. Egy fémből (vörösréz) készült, 12-15 kg. lögyapotot tartalmazó robbanó edényből áll, mely edény egy 7 m hosszú, és egy gőzcsónakban elhelyezett acélrúd végére erősítetik. Az edényben a lögyapoton kívül egy

² Az idézetek az eredeti szöveg szerinti helyesírással és formában szerepelnek az anyagban.

oly kontakt-szerkezet van elhelyezve, mely ellenséges hajóval való érintkezés után, vagy mechanikai vagy pedig villamos gyújtás folytán működik.



1. ábra: Rúd-torpedó [1. p. 279]

A támadásnál a csónak az ellenséges hajót megközelíti, a rudat a csónak elején kitolja és a végét annyira süllyeszti, hogy az edény 1 m.-re a víz alá süllyedjen; mihelyt a T. az ellenséges hajó falzatába ütődik, felrobban. A gőzcsónakok ilyen támadásoknál mutatkozó elégtelen sebessége, amennyiben a támadó az ellenfél tűzkörletében mozog, vezetett az u. n. T.-naszádok vagy T.-csónakok építésére.” [1. p. 279]

A mai értelemben vett torpedó születéséről Csonkaréty Károly így írt 1982-es cikkében. „A fiumei születésű *Luppis J. Balázs* (1813—1875) 1860-ban készítette el az első torpedó modelljét, s az új eszközt »partvédő«-nek nevezte el. 1864-ben társult egy angol mérnökkel, a Fiumében dolgozó *Robert Whiteheaddel*, s a találmányt 1866-ban közösen mutatták be a haditechnikával foglalkozó állami bizottságnak; az új harceszközt ez a bizottság nevezte el torpedónak (a név a márványos zsibbasztó rája latin nevéből, a *Torpedo marmoratából* ered). 1867-ben a császári-királyi haditengerészet megvette a találmányt. Az új fegyverrel végzett kísérletek oly annyira eredményesek voltak, hogy a nagyhatalmak egymás után kérték a torpedó gyártási jogát: 1871-ben Nagy-Britannia, 1872-ben Franciaország és Olaszország, 1873-ban pedig Németország stb. jutott az új eszköz birtokába. Luppis 1875-ben meghalt. Whitehead egyedül gyártotta tovább a torpedókat a később világhírűvé vált fiumei gyárban. Így azután a világ az ő nevével kapcsolta össze a torpedót. A torpedó hordozására és kilövésére az 1870-es években új hajótípust terveztek. A kicsi, ám gyors torpedónaszádnak ez volt a feladata: férközzön közel az ellenség hajójához, lője ki a torpedót, aztán igyekezzen elmenekülni. A torpedó elől a hajó viszonylag könnyen kitérhetett, ám ha célba talált, a vízvonaltól alatt ütötte át a hajótestet, s ezért a hajó biztosan elsüllyedt. [...] A legelső torpedók csak méretükben és »teljesítményükben« különböztek a későbbi társaiktól – működésük elve változatlan maradt. A múlt század végi torpedó szivar alakú, 4,4 m hosszú és 35 cm átmérőjű volt. A vetőcsőből sűrített levegővel indították útjára, s a robbanó lövedéket a víz alatt saját motorja – a motor forgatta két propeller – hajtotta előre. A torpedó 325 kg-ot nyomott, légtartályát 70 bar (atmoszféra) nyomásra töltötték fel, óránként 41 km-es sebességgel haladt, s 600 m-es utat futott

be. A fejrészében levő 30 kg-nyi robbanótöltet a célba vett hajóval való ütközéskor robbant fel. A torpedó motorját sűrített levegő hajtotta; ennek az volt az előnye, hogy a viszonylag kis tömegű motorból (és üzemanyagból) nagy teljesítményt kaptak.” [2. p. 939]

A fent jelölt tömegű robbanóanyag (nitrocellulóz)³ azonban csak, kb. 3-4 cm vastag acéllemezt volt képes átlukasztani, az 1886-os első torpedó pedig ennél is kisebb, csak 8 kg-os töltetet tudott a célpontra juttatni. Ezzel szemben a Warrior 1 hüvelyk (2,54 cm) vastag páncélzattal rendelkezett 1858-ban,⁴ a Drednaught övpáncélzatát 1906-ban már 17,8-27,9 cm közötti vastagságúra építették, akár csak a magyar Szent István csatahajóé. A II. világháborúban a német Bismarck és a Tirpitz csatahajók esetén ez elérte a 32 cm-t azzal a követelménnyel, hogy 250 kg trotil töltet robbanásának álljon ellent. A világon tehát mindenhol lázas kutatások kezdődtek a minél nagyobb hatóerejű robbanóanyagok terén, hiszen a töltetet célba juttató torpedók mérete nem volt korlátlanul növelhető. A fejlesztési irány helyességét a szintén II. világháborús két japán „csoda” csatahajó, a Yamato és a Musashi példája is bizonyította. A tervezés során a páncélvastagság meghatározásánál az 1943-as amerikai Mark 13 típusú torpedó, immár 600 fontos (272 kg) trotil töltetével szembeni védelmet vették alapul, 410 mm-es övpáncélt építve. A Yamato – bár jelentős sérülésekkel, de javítható állapotban – túl is élt egy ilyen támadást. A Musashi ellen viszont egy ugyanilyen torpedó már egy új robbanóanyagot, Torpex-et (HBX-3)⁵ tartalmazott, melynek hatóereje a trotilénál 50 %-kal nagyobb volt, el is pusztítva a hajót.

Mint már annyiszor a technika történetében, a kutatás során itt is egy véletlennek köszönhetően „talált fel” valaki, valami váratlan újdonságot.⁶

1.2 A Munroe-effektus és a kumulatív töltetek fejlődése

Az amerikai kémikus, Charles Edward Munroe 1874 és 1886 között Annapolisban tanított az USA Haditengerészeti Akadémiáján. Innen hívták meg, mint a robbantások terén is elismert szakértőt Newport-ba (Rhode Island), az USA Haditengerészeti Torpedó Intézetébe, ahol 1888-ig dolgozott, többek között torpedók harci töltetének fejlesztésén. Egy alkalommal egy, a Haditengerészetnél rendszeresített lögyapot (nitrocellulóz) töltetet (átmérője 3,5 inch – 8,89 cm, vastagsága 2,0 inch, 5,8 cm) robbantott fémllemezen. A töltet tömege nem volt elégséges a lemez átlukasztásához, viszont azt tapasztalták, hogy a henger alakú préstestbe belenyomott azonosító betűk és számok (USN 1884), valamint a középen lévő gyutacsfészek lenyomata megjelent a lemezen. A további kísérletek megerősítették a tapasztalatot: a robbanóanyag helyi hatása

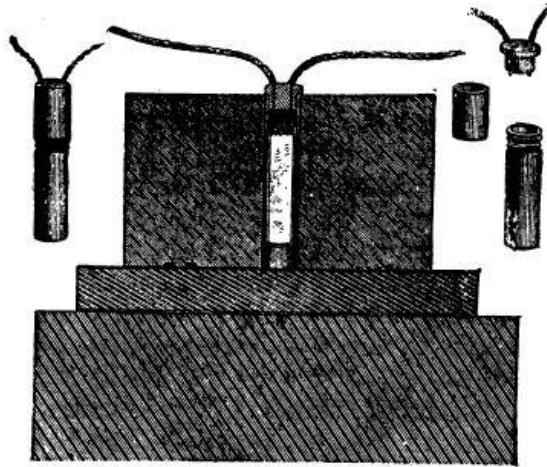
³ Csak emlékeztetőül: a trotilt első katonai alkalmazására majd csak az 1905-ös Orosz-Japán háborúban került sor.

⁴ A francia La Gloire 4,5 hüvelykes (12 cm-es) páncélzatát azért nem vizsgáljuk, mert az csak a vízvonallig fedte, az egyébként fából készült hajótestet.

⁵ Összetétele: 31% RDX; 29% TNT; 35% alumínium por; 5% D2; 0,5% CaCl₂.

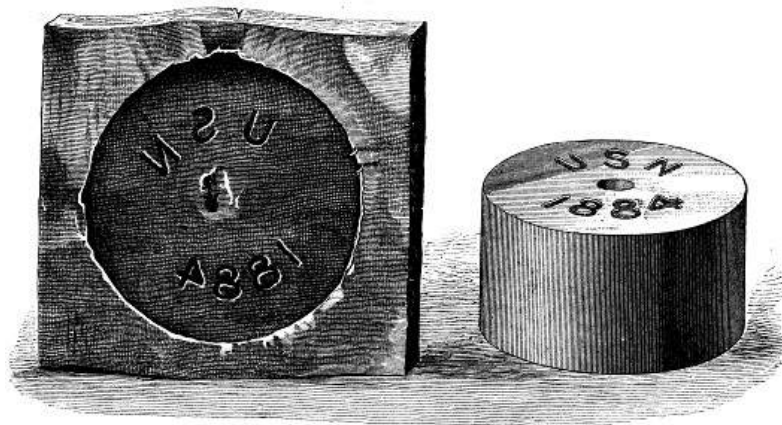
⁶ A témával kapcsolatban lásd még [3] 2. fejezet és [34] 5.2.4. alfejezet.

megnövekedett a benne képzett üregek irányában. A szakirodalom egy részében ennek alapján nevezik a kumulatív hatást *Munroe-effektusnak*⁷.



2. ábra: Munroe acéllemez robbantási kísérlete [4. p. 567]

A robbantástechnikával foglalkozó szakemberek már a 19. században rájöttek arra, hogy a robbanóanyagokból képzett külső (rátett vagy ráhelyezett) töltetek robbanásakor a robbanási energia jelentős része elvész a környező közegben. Pontosabban: a keletkező lökőhullám nem csak a felrobbantandó objektumra fejt ki hatást, hanem – a töltet formájától függő mértékben – a teljes környezetben.

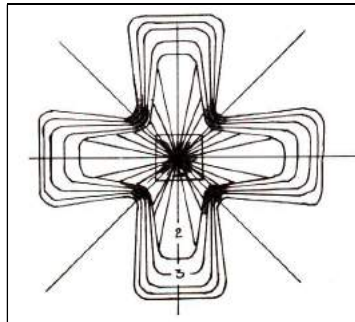


3. ábra: Munroe kísérletének eredménye [4. p. 574]

A lökőhullám intenzitása csökkent a robbanás epicentrumától való távolodása során, mégpedig a töltet alakjától függően különböző irányokban, különböző mértékben. Munroe kísérlete világított rá arra, hogy a robbanóanyag töltetek alakja befolyásolja a töltet céltárgyra kifejtett hatását. Megállapították, hogy a robbanás során keletkező gáztermékek terjedése a legintenzívebben, és a távolodás arányában a legkisebb csökkenéssel a töltet oldalfalaira merőlegesen történik. Ugyanakkor a sarkok felé közeledve az intenzitás jelentősen csökken. Egy kocka alakú összpontosított töltet robbanásakor pl. a 4. ábrán látható módon megy végbe a robbanás, ennek

⁷ Egyes helyeken, Monroe néven szerepel.

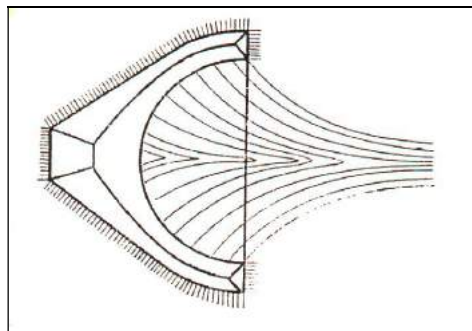
következtében kialakul az ilyen formájú összpontosított töltetekre jellemző, kereszt formájú robbanási gáztermék és lökőhullám terjedési alakzat (a jelenséget síkban ábrázolva).



4. ábra: A robbanási gáztermékek kiterjedése és a lökőhullám kialakulása az összpontosított töltet közvetlen környezetében [5. p. 70]

1 – a töltet; 2 – robbanási gáztermékek; 3 – lökőhullám

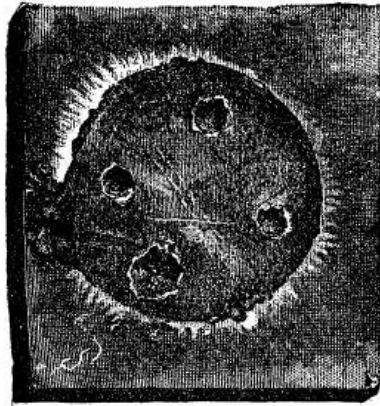
A Munroe-effektus lényege tehát az, hogy ha a robbanóanyagba üreget, mélyedést készítenek, akkor a töltet robbanása során ezen a helyen a robbanási gáztermékek összetartó áramlása következik be a fentebb bemutatott törvényszerűség alapján, mely szerint a robbanási gáztermékek a töltet oldalfalára merőlegesen mozdulnak el. Ebben az összetartó áramlásban a robbanási gáztermékek sűrűsége az összetartás függvényében megnövekszik. Ezzel együtt megnövekszik a töltet romboló hatása is, de csak akkor, ha az összetartó sugár kialakulásának időpontjában nem kerül elébe semmilyen akadály, továbbá, ha a környező közeg sűrűsége jelentősen kisebb, a robbanási gáztermékek sűrűségénél. Ebből következően ilyen hatás csak akkor figyelhető meg, ha a töltet robbanása a szabad levegőn, vagy erősen ritkított közegben következik be. Víz-, vagy földalatti robbantásnál a környező közeg megakadályozza az összetartó robbanási gáztermék-sugár kialakulását.⁸



5. ábra: A robbanási gáztermékek áramlása, bélés nélküli kumulatív töltet esetén [5. p. 71]

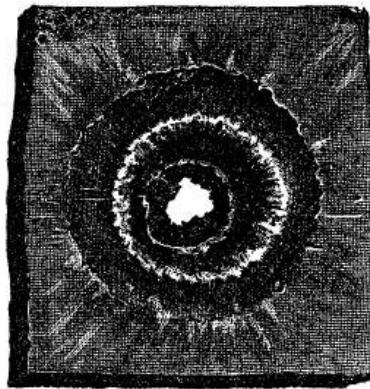
Munroe a tapasztaltak alapján elkezdett kisátmérőjű bemélyedéseket készíteni a fenti tölteten, és ezeket robbantotta az acéllemezeken. Az egyaránt $\frac{1}{4}$ inch (0,63 cm) átmérőjű bemélyedések $\frac{1}{5}$ inch (0,51 cm), $\frac{1}{4}$ inch (0,63 cm), $\frac{1}{2}$ inch (1,27 cm) és $\frac{3}{4}$ inch (1,9 cm) mélyek voltak, és az alábbi eredményeket hozták.

⁸ A ma alkalmazott speciális kumulatív töltetknél vagy megfelelő „előtét” biztosítja a jet képződést, vagy – pl. a kumulatív harcjármű elleni aknáknál – a harci rész működése előtt egy kivető töltet eltávolítja a gyújtószerkezetet és az álcázó földréteget.



6. ábra: Munroe kisméretű kumulatív töltet kísérletei. [4. p. 575]

Ezt követően megnövelte a robbanóanyag töltetben kiképzett üreget, és végül 2 inch (5,08 cm) átmérőjű, 1 inch (2,54 cm) mély kúpos lyukat robbantott vele a lemezen.



7. ábra: Munroe kumulatív töltete átlukasztotta a fémlemez [4. p. 575]

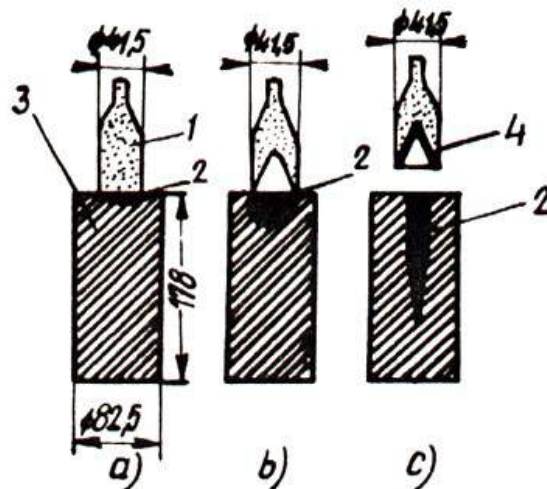
1894-ben Munroe elkészítette az *első fémnéléses kumulatív töltetet* is, dinamittal burkolva be egy üreges bádogdobozt [6], de további fejlesztést nem végzett ezen a téren, és ez a felfedezése feledésbe merült a következő 44 évben.

A homloklfelületén üregesen kiképzett és az ellenkező végén indított töltetek hatását *M. Neumann (1911)* és *Egon von Neumann (1914)* német kutatók tisztázták alapos kísérletekkel a 20 század elején. Ezért a robbanás irányított hatásának elvét Németországban *Neumann-effektus* néven említik. M. Neumann kutatásai alapján a WASAG⁹ szabadalmat jelentett be a kumulatív töltet készítési eljárásáról 1911-ben Németországban, 1912-ben pedig az Egyesült Királyságban.

A kumulatív töltetek kutatása lendületet kapott más országokban is: az Egyesült Királyságban *Arthur Marshall (1915–1920)*, majd *W. Payman* és *D. W. Woodhead (1935–1937)*, az Amerikai Egyesült Államokban *Charles P. Watson (1921–1925)*, majd *prof. R. W. Wood (1936)*, Oroszországban *Miron Jakovlevics Szuharevszkij (1925–1926)*, Olaszországban *D. Lodati (1932)* folytattak kísérleteket és jelentettek meg tanulmányokat a kumulatív töltetekkel kapcsolatban. [7]

⁹ Westfälische Anhaltische Sprengstoff Actien Gesellschaft. Westfáliai Robbanóanyag és Lőszergyártó Részvénytársaság.

1939-ben, a szintén német *Franz Rudolph Thomanek* újból felismeri Munroe fentebb említett megfigyelését, hogy az irányított hatás növelhető, ha az üreg belső felületét *fém béléssel* borítják (erről már a fenti WASAG szabadalom is tesz említést). További lépést jelentett annak felismerése, hogy a hatásfok növelhető, ha a töltetet nem magára a robbantandó tárgyra, hanem attól meghatározott távolságra, az úgynevezett *fókusz-távolságra* helyezték el (8. ábra). A bemutatott kísérletnél, az a) ábrán látható töltetben 150 g pentritol¹⁰ robbanóanyag volt, míg az azonos befoglaló méretekkel rendelkező b) ábra töltetében csak 115 g. A c) ábra töltetét a b) szerint készítették elő azzal a különbséggel, hogy a kumulatív kiképzést egy 0,6 mm vastagságú acéllemezzel bélelték ki és magát a töltetet az optimális „fókusz-távolságra” elemelték a céltárgytól.



8. ábra: A kumulatív töltetek fejlődése [8. p. 665]

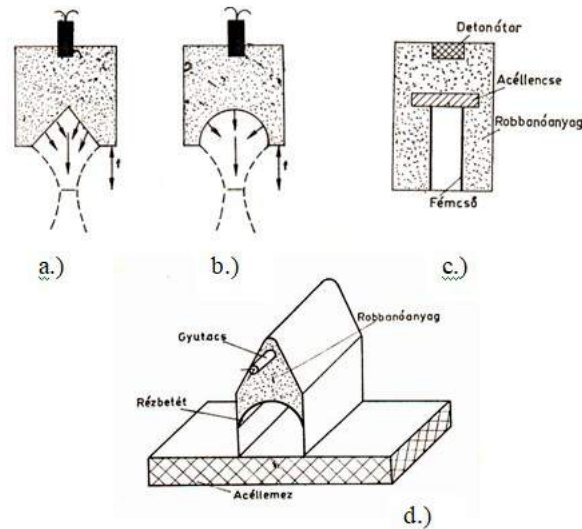
A különböző országokban folyó kutatások eredményeként felfedezték, hogy különböző fémeket alkalmazva betétanyagként, ugyanazon tömegű és kialakítású kumulatív töltetnél, más-más hatás érhető el. A kísérletek azt is bizonyították a továbbiakban, hogy a 9. ábrán látható módon nem csak a kúpos kialakítású (a) üreges töltetek robbanásakor figyelhető meg a kumulatív hatás, hanem félgömb alakú (b), sőt hengeres üregek esetén (c)¹¹ is. Végezetül bebizonyosodott az is, hogy a kumulatív hatás nem csak összpontosított (koncentrált) töltetek esetén érhető el, hanem nyújtott, úgynevezett lineáris vágótölteteknél is (d).

A kumulatív töltetek fejlesztése a II. világháború előtt a páncéltörő fegyverek irányába mozdult el. 1935-ben egy svájci vegyészmérnök, *Henry Hans Mohaupt* zürichi laboratóriumában egy olyan fegyver fejlesztésébe fogott, melyet a gyalogos katonák eredményesen alkalmazhatnának a páncélvédett harcjárművek ellen. A megoldást a Munroe-effektus elvén működő lőszerben látta. Az 1935–1939 között végrehajtott kutatások eredményeként Franciaország és Nagy-Britannia is belefogott saját, hasonló célú harceszközök

¹⁰ Nitropenta és trotil keverék robbanóanyag.

¹¹ Ilyen berillium béléscsöves kumulatív töltettel értek el amerikai kutatók 90 km/sec jet sebességet, igaz vákuumban vizsgálva.

és -anyagok fejlesztésébe. A világon az *első kumulatív elven működő tüzérségi lőszer, az 1940. májusában rendszeresített brit No 68 100 mm-es gránát volt.*



9. ábra: Kumulatív töltet típusok [9. p. 51; p. 54]

Az ezzel kapcsolatos „*Továbbfejlesztett robbanó lövedék*” c. 113.685 számú szabadalmat Berthold Mohaupt, Henry Mohaupt és a francia Erich Lauders Franciaországban 1939. november 9-én, Ausztráliában pedig 1941. aug. 14-én jegyezték be. [7. p. 48] Sajnos a lőszer páncélatütő képessége csak 50 mm volt, amely kevésnek bizonyult már az akkori német közepes harckocsik¹² 80 mm-es homlokpáncélja ellen is.

1940-ben, a háború kitörését követően Mohaupt meghívást kapott az Amerikai Egyesült Államokba, ahol vezetésével elkezdődött egy vállról indítható, reaktív töltettel célba juttatott kumulatív páncéltörő fegyver fejlesztése, a „*Bazooka project*”.¹³



10. ábra: Bazooka vállról indítható kumulatív páncéltörő fegyver [10]

A mintegy 150 mm hosszúságú, vállról indítható páncéltörő fegyvert *1941-ben Észak-Afrikában* vetették be először a britek. A 60 mm átmérőjű, 1,6 kg tömegű rakéta 225 g-os pentolit¹⁴ töltete,

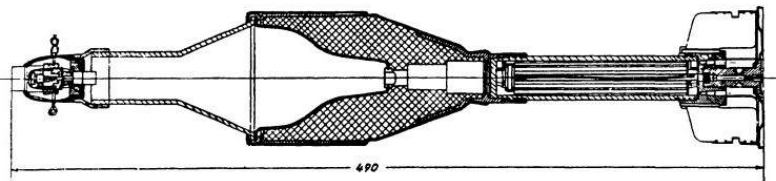
¹² PzKpfw III és IV közepes harckocsik – a csapatoknál 1937-1938-ban jelentek meg.

¹³ Az elnevezést egy akkoriban népszerű amerikai komikus, Bob Burns házi készítésű (azonos nevű) rézfúvós hangszeréről kapta, mely tölcsér alakú végződésekkkel ellátott csődarabokból állt, és valóban hasonlított a rakétavető szerkezetre. [7. alapján]

¹⁴ Nitropenta-trotil keverék robbanóanyag.

mintegy 5 inch (120–130 mm) vastag páncéllemezt tudott átütni. A háború ideje alatt az amerikai hadiipar 441 ezer Bazooka kilövőt és hozzá 15 millió harci töltetet gyártott. [11]

Nem maradt le a fejlesztéssel *Németország* sem. A német hadsereg először az *1943-ban kifejlesztett Panzerfaust 30* típusú kumulatív fejes rakéta páncéltörőket vetette be a szovjet harckocsik ellen. A kiváló páncélatütő képességgel rendelkező (max. 200 mm) első modell gyenge oldala a kisteljesítményű rakéta-hajtómű volt, mely csak 30 m távolsáig volt képes kilőni a töltetet. A továbbfejlesztett változatok már 60, majd 100 m hatótávolsággal rendelkeztek. Az utóbbi, 1944 novemberében hadrendbe állított fegyverben már mintegy 1,6 kg tömegű, magas hatóerejű robbanóanyagból képzett kumulatív töltet volt. Ugyancsak *1943-ban* jelent meg a német hadseregben a *Panzershreck (Páncélrém)* néven ismertté vált, szintén kumulatív töltetű páncéltörő fegyver. Egyes vélemények szerint az amerikai Bazooka másolata volt, melyből a szövetségesek 1942-ben a Szovjetunióknak is szállítottak – az egyéb, pl. harckocsik, repülőgépek és szállító járművek mellett – segélyként, és néhányat sikerült belőlük a német csapatoknak zsákmányolniuk. A 150 m-ig hatásos fegyver 200 mm vastagságig volt képes átütni a páncélt.



11. ábra: Panzershreck [7. p. 98]

Ugyancsak a II. világháború alatt a németek készítették a világ mindmáig legnagyobb tömegű kumulatív töltetét, a *MISTEL-t*. A 2 m átmérőjű, 7700 font (3500 kg) össztömegű, 1720 kg robbanóanyagot tartalmazó lőszer egy átalakított Ju-88-as bombázó orr-részt tartalmazta, azzal a céllal, hogy a szövetségesek nagyméretű hadihajóit, illetve völgyzáró gátakat támadjanak vele. Alkalmazására azonban csak elvétve került sor, akár csak a japánok valamivel kisebb – a németek által átadott MISTEL tervek alapján kifejlesztett – kamikáze-repülőkre tervezett lőszerének, a *SAKURA*-nak.

A fejlődés inentől megállíthatatlan volt. A kumulatív tüzérségi és reaktív páncélelhárító töltetek mellett számtalan kumulatív harcjármű elleni akna, építményromboló műszaki töltet, sőt kézigránát is készült és készül ma is világszerte.

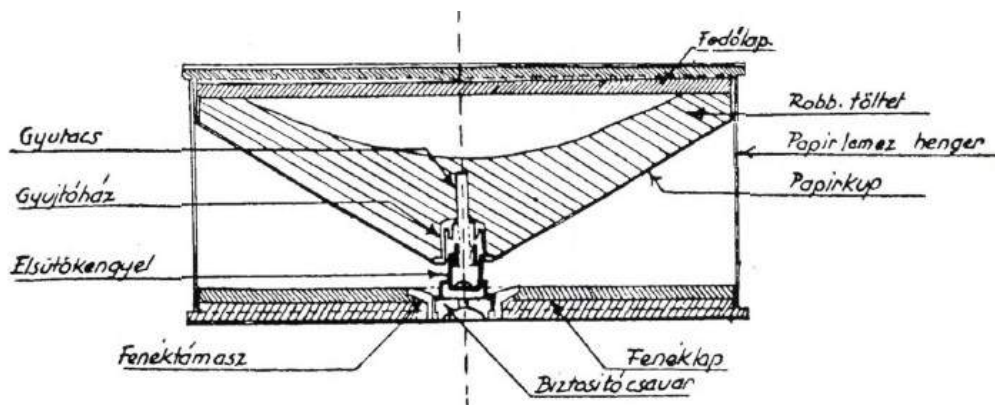
A robbanás irányított hatásának mind tökéletesebb megismerését, valamint a fejlesztéseket nagymértékben fellendítette a *röntgen-impulzus elven történő fényképezés*¹⁵ alkalmazása. Az első úttörők a következők voltak: *dr. Erich Schumann, Hubert Schardin* – 1941, Németország; *L. B. Seely, és J. C. Clark* – 1941, USA; *James Tuck* – 1943, UK. [12. p. 12]

¹⁵ Flash x-ray photographs.

A kumulatív hatás hidrodinamikai elméletének kidolgozója Birkhoff és munkacsoportja¹⁶ volt 1948-ban. [13] A felismerést a jet és a céltárgy közötti kölcsönhatás vizsgálata eredményezte: ennek során a kumulatív jet az akadályba ütközve, azt deformálja. A jet rendkívül nagy mozgási sebessége és az emiatt kialakuló nyomás miatt az akadállyal való kölcsönhatása ideális folyadékok kölcsönhatásaként fogható fel, erre pedig a hidrodinamika egyenletei alkalmazhatók. Magát az elvet Sir Geoffrey Ingram Taylor brit fizikus és matematikus fogalmazta meg először még 1943-ban, egyidejűleg Tuck, és Birkhoff ez irányú kutatásaival. Hasonló eredményre jutott 1945-ben a német Schumann és Schardin. Az orosz Mihail Alekszejevics Lavrentyev szintén sikeresen kutatta ezt a problémát, kidolgozva a béléses kumulatív töltetek hidrodinamikai elméletét, melyben a bélés anyagát összenyomhatatlan folyadéknak tekintette.

A világ első kumulatív, fémmentes testű, harcjármű elleni aknája, a Misnay József (1904-1968) által a II. világháború alatt kifejlesztett magyar 43 M. tányérakna volt. A kezelési utasítása az alábbiban foglalta össze az akna főbb adatait. „A 43 M. tányérakna (nagy tányérakna) szigetelt papírból és fából készített henger alakú test. Bakelitből készített, nyomásra működő gyújtóval van ellátva. Robbanó töltete üreges kiképzésű. A tányérakna súlya 6,5 kg. Robbanó töltet súlya 4-6 kg (tri + detonator¹⁷, vagy pentritol).

A tak. a 43 M. összekötődugóval időzített gyújtásra is berendezhető páncél, vagy erőd robbantásra. Szerelt elektromos gyutaccsal ellátva, pedig mint megfigyelt akna is telepíthető. Telepíthető: földben és a föld felszínén. Szilánkhatása nincsen. Biztonságosan szállítható és telepíthető.” [14. p. 5]



12. ábra: 43. M. tányérakna metszeti rajza [14. 7]

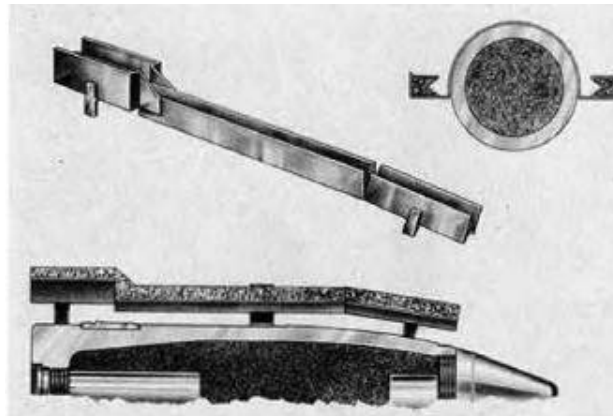
Bár az akna a háborúban már nem bizonyíthatott, ennek ellenére a külföldi szaksajtó még sokáig foglalkozott vele. Az amerikai 5-280. *Foreign Mine Warfare Equipment* című szabályzat 1963-ban [15. pp. 351-352], majd 1971-ben [16. p. 6-49; p. 6-50] kiadott változata is két képpel

¹⁶ Garrett Birkhoff, Duncan P. MacDougall, Emerson M. Pugh, Sir Geoffrey Taylor.

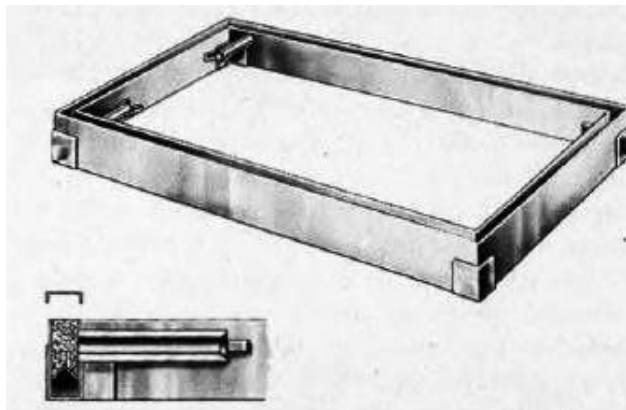
¹⁷ A II. világháború alatt a Nitrokémiában gyártott trotilt nevezték „tri”-nek. A közbelső detonátor alkalmazását az tette szükségessé – és ez így van a jelenlegi aknák esetében is – hogy az aknatestbe öntéssel szerelt trotilt ebben a formában nem robbantható közvetlenül gyutaccsal. Egy hatóerőt növelő, magas hatóerejű plusz töltet energiája (ebben az esetben nitropenta) szükséges a főtöltet iniciálásához.

és leírással mutatja be Nonmetallic Shaped Charge Antitank Mine (Hungary) néven a Misnay-féle 43 M. tányéraknát. Czapek Béla, a Haditechnikában 1986-ban megjelent cikkében ír arról, hogy „[A] Soldat und Technik 1975. 8. számában a »Szárazföldi aknák«-ról írt cikkében a 394. oldalon rajzot közölt egy magyar kumulatív harckocsiaknáról.” A bemutatott 2. ábra, a 43 M. tányéraknát ábrázolja. [17. p. 2]

Az *amerikai Armor* katonai folyóiratban 1971-ben megjelent, Harcjárművek elleni aknák című cikkben a szerzők szintén megemlítik a Misnay-féle magyar tányéraknát. Kiemelik, hogy ez volt a világon az első fémmentes, kumulatív harckocsi elleni akna. Ezt követően 1951-ben jelent meg hasonló kumulatív akna: a francia Model 1951 és a nyugat-német DM-11. [18. p. 29] A kumulatív töltetek eddig csak, mint céltárgyak át/kilyukasztására alkalmazható eszközök kerültek bemutatásra. *Briant Burch* arról ír művében, hogy az első *lineáris kumulatív (vágó) tölteteket 1956-ban, a Frankford Arsenal és Sandia Nemzeti Laboratóriumban fejlesztették ki az Ensign-Bickford támogatásával, stratégiai rakéták és hordozórakéta programokhoz.* [19] Ezzel szemben egy *1947-es titkos minősítésű amerikai katonai haditengerészeti kiadványban* [20] már találkozhatunk a fel nem robbant nagyméretű tüzérségi lőszer és bombák hatástalanításánál alkalmazható, *plasztikus robbanóanyaggal a helyszínen tölthető kumulatív vágótöltet burkolatokkal.*



13. ábra: Amerikai Mark 4 vágótöltet burkolat [20. p. 15]



14. ábra: Amerikai Mark 22 vágótöltet burkolat [20. p. 15]

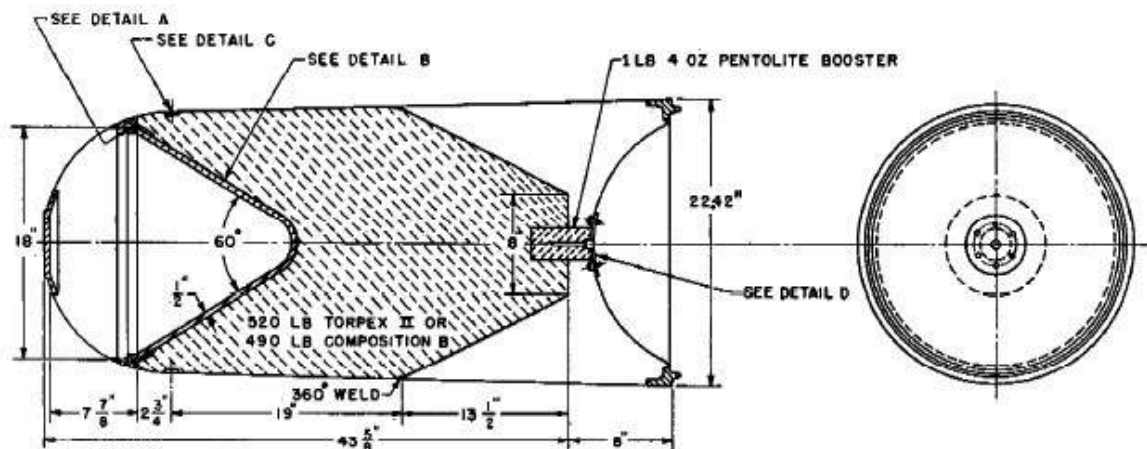
A képet egy ugyancsak kumulatív kábelrobbantó vágótöltet bemutatása teszi még teljesebbé.



15. ábra: Amerikai Mark 1 kábelrobbantó töltet [20. p. 16]

A fejezet elején láttuk, hogy a kumulatív hatás felfedezése a hadihajók fejlődésének ellensúlyozásaként kifejlesztett torpedókkal összefüggésben végzett kísérletek „mellékterméke” volt. A téma lezárásaként vizsgáljuk meg, hogy ezek a kumulatív töltetek felhasználásra kerültek-e a tengeri hadviselés során?

A legutóbbi időktől eltekintve csak elvétve találkozunk ilyen harceszközökkel. Az *Amerikai Haditengerészet 1944-1945* körül elkezdett fejleszteni egy kumulatív harci fejes torpedót. A 21 hüvelyk (53,34 cm) átmérőjű *Mark 13 torpedóhoz* készített 520 font (235,87 kg) Torpex robbanóanyagot tartalmazó harci fejbe, egy 60 fokos acél bélésű kupot készítettek. Ez volt a legnagyobb kumulatív töltet, amelyet az Egyesült Államok kutatói terveztek a második világháborúban.¹⁸ Időközben aztán a háborús cselekmények befejeződtek, és a tesztek során tapasztalt egyéb szerkezeti problémák miatt is a programot leállították. [36. pp. 55-57]. Így aztán az amerikai csapatok a II. világháború távol-keleti tengeri csatáit nem ilyen torpedók segítségével nyerték meg.



16. ábra: US Navy kumulatív fejes torpedó 1944-1945 [36. p. 57]

¹⁸ Hasonlítsuk össze ugyanezen időszak német MISTEL bombája 2 méteres átmérőjével és 1720 kg-os robbanóanyag töltetével.

A kumulatív robbanófejes torpedók mellőzése a tengeri csatákban két okból kifolyólag is egyértelmű volt. Egyrészt, a kumulatív hatás létrejöttének alapvető feltételeként megállapítottuk, hogy kumulatív sugár (jet) kialakulásának időpontjában nem kerülhet eléje semmilyen akadály, továbbá a környező közeg sűrűségének jelentősen kisebbnek kell lennie a robbanási gáztermékek sűrűségénél. Víz alatti robbantásnál a környező közeg megakadályozza az összetartó robbanási gáztermék-sugár kialakulását, így elég nehéz egy ilyen támadóeszközt készíteni. Másrészt, a kumulatív sugár, bár a töltet tömegéhez képest jelentős páncélatütési képességgel rendelkezik, de az áthatoló nyílás átmérője olyan kicsi, hogy az ily módon sérült hadihajó elsüllyesztésének csekély az esélye. Burch még egy problémáról írt: a korabeli torpedóknak közvetlen találat nélkül kellett jelentékeny károkat okozniuk a megtámadott hajók páncélzatában. A kumulatív töltet robbanófeje azonban nemcsak közvetlen találatot, hanem megfelelő szögben történő találatot is igényelt volna az ellenséges hajó oldalán. [19. p. 27]

Ezért a torpedók fejlesztése két irányban folyt tovább: a minél nagyobb hatású robbanóanyagok fejlesztése és az egyre nagyobb tömegű tölteteket célba juttatni képes torpedótestek gyártása felé. Az I. világháború alatt a német SMS Seydlitz csatacirkálót ért torpedótalálat „eredménye” magáért beszél.

17. ábra: Az SMS Seydlitz csatacirkáló a szárazdokkban az 1916-ban kapott torpedótalálat után
[21]

A további torpedó-fejlesztéseknél már a víz alatti robbanás során keletkező gázbuborék, hajótestekre gyakorolt pusztító hatásával is számoltak. A megfelelő gyújtószerkezettel a hajó közepe alatt, adott mélységben robbantott töltet által képződött buborék az úszótestet megemelve kettétöri, majd a robbanás negatív fázisa teszi teljessé a pusztítást.¹⁹ Ezért aztán a jelenleg is

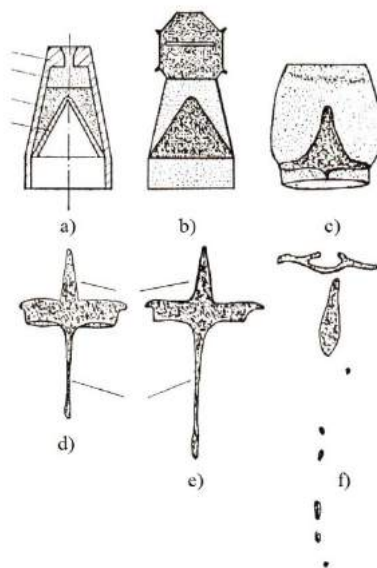
¹⁹ Bővebben lásd [22].

alkalmazott torpedók nagy része továbbra is hagyományos, bár megnövelt tömegű és hatóerejű robbanóanyagot tartalmazó szerkezet. Ilyen például az amerikai 650 font (292,5 kg) tömegű, PBXN–103 robbanóanyag²⁰ töltetű Mk 48 Mod 5 ADCAP. Az új robbanóanyag hatóereje 544 kg TNT hatóerejének felel meg.

Az utóbbi időkben már megjelentek – a tengeralattjárók ellen alkalmazható – kumulatív fejes könnyű torpedók is. A nagy mélységben haladó tengeralattjárók burkolatán ütött még oly kis nyílás is képes ugyanis a hajót elpusztítani, a belső és a külső nyomás jelentős eltérése miatt. Az amerikai MK 50 és a francia-olasz közös fejlesztésű MU 90 IMPACT robbanóanyaga a mindössze 100 font (45 kg) tömegű, speciális műanyagkötésű PBXN–110.²¹

2. ROBBANÁSSAL FORMÁLT LÖVEDÉK – A MISNAY-SCHARDIN EFFEKTUS

A kumulatív töltetknél azt láttuk, hogy a robbanóanyag töltetben készített üreget fém burkolattal ellátva, és a robbanószerkezetet a céltárgytól optimális, ún. fókusz távolságban elhelyezve, a robbanási energia koncentrációja révén a belés anyagából keletkező, akár több tíz km/s sebességű fémsugár (jet), nagy vastagságú szerkezetek átütésére képes, viszonylag kis átmérőben. Az ilyen rendszerű robbanószerkezeteknek egy „hátránya” van: csak néhány tíz centiméteren belül hatásosak, ezt követően a jet darabokra szakad, és hatástalan marad, ahogy ezt a következő röntgen-impulzus felvétel is bemutatja.



18. ábra: Kumulatív töltet robbanásának fázisai [5. p. 75]

a – a töltet; b – a töltet Röntgen-képe; c – a töltet a robbanás után 6 μ s elteltével; d - 12,5 μ s elteltével; e - 17 μ s elteltével; f - 120 μ s elteltével.

De lehet-e olyan harcanyagot gyártani, amelyik egyrészt kihasználja a robbanási energia koncentrálásának előnyeit, ugyanakkor akár több méter távolságban is megmarad a hatóereje?

²⁰ PBXN–103: 40% ammónium perklorát, 27% alumínium por, 23% trietilénlikol trinitrát (TMETN) és egyéb adalékanyagokból készült, műanyagkötésű (Polymer-Bonded Explosive) robbanóanyag.

²¹ PBXN–110: 88% oktogén (HMX) és 12% R45 típusú hydroxyl-terminated poly-butadien (HTPB) tartalmú robbanóanyag. Detonáció sebessége 8390 m/s.

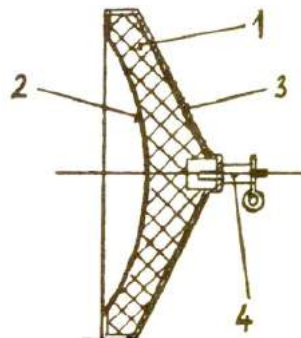
A megoldásról Czapek Béla alezredes, a Haditechnikai Intézet fejlesztő mérnöke így írt egy 1967-ben megjelent cikkében: „Ha a kúpos töltetek nyílásszögét növelik, akkor csökken a kumulatív lövedék sebessége, és a sugárhatás fokozatosan megszűnik. Egy bizonyos nyílásszögön túllépve kapjuk a robbanóanyaggal gyorsított nagy sebességű lövedéket. Ez a lövedék ugyan a kumulatív töltetek technikájához sorolható, de emellett önálló eszköznek is lehet tekinteni. Ezek szerint eljutottunk a kumulatív hatás már említett másik szélső esetéhez, amikor $\alpha = 180^\circ$ és a kúp síklappá válik. E töltetek fejlődése az úgynevezett lapos tányérból indult ki, melyet első ízben mintegy negyedszázaddal ezelőtt a magyar Misnay József javasolt és a gyakorlatban ki is próbált. Ezt a jelenséget Németországban Hubert Schardin és munkatársai szélesebb körű kísérletekkel és elméletileg vizsgálták, ezért a nyugati szakirodalomban többnyire Schardin-Misnay-féle jelenségről beszélnek. Misnay arra törekedett, hogy olyan robbanóanyaggal gyorsított nagy sebességű lövedéket alakítson ki, amellyel több száz méter távolságra tud leadni nagy páncélatütő képességű irányzott lövéseket. A kísérletek céljaira nagy öntöttvas tömböt készítettek. E tömbnek az volt a rendeltetése, hogy a visszahatás energiáját felfogja. Ennek üregébe helyezték a lapos alumínium tányérral bélelt trotil töltetet, amellyel valóban sikerült célzott lövéseket leadni, de a remélt eredményt nem érték el. Misnay az eszköznek, amellyel a lövedék irányát kb. 1° pontosságai előre be lehet állítani, a »trotilágyú« elnevezést adta, Németországban a hasonló berendezést »Sprengstoffkanone« (robbanóanyagágyú) néven ismerik.” [23. pp. 46-47]

A *Misnay-Schardin effektusról*²² Czapek 1986-ban írt cikkéből szerezhethünk újabb információkat. „Prof. dr. Ing. H. Schardin az 1930-as évektől részt vett a második világháborúban használt német kumulatív lőszer és robbanótöltetek fejlesztésében. A második világháború idején Schardin Németországban, Misnay Magyarországon foglalkozott a kumulatív hatás speciális területének elméleti kérdéseivel, illetve a »Trotilágyú« megvalósításával. Schardin a VDI. Zeitschrift²³ 1956. november 21-i 33. számában a jelenségről az alábbiakat írja: Az üreges töltetnél a betétkúpot egy lapos csésze képezi. A robbanást a robbantógyutacs indítja el. A gömb formájú robbanási front a betétkúpot csak a tengelyében éri frontálisan, a tengelytől oldalirányban viszont ferdén. Ennek következtében a betétkúp nem minden felületi eleme gyorsul merőlegesen, hanem attól bizonyos mértékben eltérő irányban. Minden egyes felületi elem sebessége lényegében a betétkúp falvastagsága és a mögötte lévő robbanóanyag-réteg vastagsága közötti viszonytól függ. A konstrukciót, azaz a betétkúp görbületi formáját és a mindenkor betétkúp- és a robbanóanyagréteg-vastagságot tehát úgy kell meghatározni, hogy a betétkúp egyes elemei a sebesség egyenlő axiális komponenseivel rendelkezzenek, a külső zónák azonban még pótlólagosan befelé gyorsuljanak. Az egész betétkúp ezzel kisebb átmérőjűvé válik, de tömörnek kell maradnia. A betétkúpból így egy »lövedék« képződik.” [17. p. 2]

²² A külföldi szakirodalmak többségében „Misznay-Schardin effect” és „Misznay-Schardin effect” megjelölés is olvasható. A név torzulásának oka nem ismert.

²³ Verein Deutscher Ingenieure Zeitschrift – Német Mérnökök Egyesülete Magazinja.

Schardinnal ellentétben Misnay József a gyakorlatban is kipróbálta a II. világháború alatt a robbanással formált lövedéket, megalkotva a *44M LÖTAK (LÖvő Tányér AKna)* nevű műszaki harcanyagot.



19. ábra: A Misnay által kifejlesztett 44M LÖTAK [17. p. 2]

1 – üreges töltet; 2 – alumínium fémbetét (tányér); 3 – burkolat; 4 – gyújtó.

„A LÖTAK-ot a második világháború végén, a magyarországi harcokban alkalmazták a harckocsik lánctalpa ellen, valamint a világon először oldal elleni aknaként. A LÖTAK-ot út menti fák, kerítések oldalára erősítették, s botlódróttal szerelték. A botlódrótba ütköző harckocsi működtette a LÖTAK-ot, mely robbanáskor az oldalpáncélt lyukasztotta ki. A LÖTAK-ot először az erdélyi hágók lezárására alkalmazta a Horthy-hadsereg. Háború után a tüzszerészek a nagyobb harckocsikat körzetében is találtak LÖTAK-ot. LÖTAK-ot alkalmaztak a német megszállás idején a várba felvezető utak lezárására a német harckocsik ellen is. Telepítéskor egy LÖTAK felrobbant és átütötte az Ostrom utcában egy szemközti ház oldalát. A műszaki zárat később Horthy utasítására megnyitották. A második világháború idején gyártott LÖTAK-ról leírás, rajz, mintadarab – ismereteink szerint – nem maradt, így nem ismerjük azt sem, hogy a LÖTAK milyen távolságról, milyen vastag páncélt ütött át. Az a speciális kumulatív hatás, amivel Misnay József mérnökkari alezredes a második világháború alatt foglalkozott, új és ismeretlen szakterület volt, úttörő munkáját a nemzetközi szakirodalom ma is elismeri. A LÖTAK-hoz hasonló oldal elleni aknát csak az 1960-as évek végén valósítottak meg a franciák és a németek.” [17. p. 3]

Hatala András 2010-ben egy négyrészes cikksorozatban foglalta össze az üreges robbanóanyag töltetekkel kapcsolatos ismereteket, kitérve Misnay munkásságára is.

„[b]ár a németek élénken érdeklődtek a magyarországi üreges töltetek tervezése iránt, ők viszont mereven elzárkóztak a kutatások segítségétől. Az ez irányú kutatások kiemelkedő német tudósa, Hubert Schardin fizikus professzor 1944 júliusában Magyarországon személyesen is megtekintette Misnay kísérleti eredményeit, és ennek hatására ugyan felcsillant a remény valami féle együttműködésre, mert meghívta magyar kollégáját Rechlinbe, a Luftwaffe kutatótelepére, közös kísérletek lefolytatására”. Hatala a cikkében ki is emeli ennek a jelentőségét: „Meg kell jegyezni, hogy akkoriban Rechlin nagyon titkos hely volt Németországban. Egy kísérleti szakember számára az ide történő meghívás nagyobb elismerés volt, mintha bármilyen érdemkeresztet kapott volna.” [24. p. 5] A betervezett őszi utazásra azonban Misnay

megbetegedése miatt nem került sor, így az ott tervezett közös kísérletek is elmaradtak. Schardin azonban úgy tűnik, hogy nagyra tartotta kollégája munkáját, ahogy erről a VDI Zeitschrift 1956. november 21. 33. számban is írt: „a Misnay-Schardin-effektusként ismert folyamatot Misnay ezredes [a cikk írásának időpontjában a HTI-ben dolgozó Misnay ezt a rendfokozatot viselte, tehát Schardin pontos információkkal rendelkezett róla] a gyakorlatban a II. világháború alatt kipróbálta és a Haditechnikai Intézetben elméletileg és mérés technikailag pontosabban meg is vizsgálták.” [25. p. 1029] Schardin említett magyarországi látogatásáról az amerikai Armor folyóirat fentebb már idézett cikkében is beszámolnak a szerzők azzal, hogy „Schardin professzor, továbbá dr. Thomer és dr. Trinks személyesen tekintették meg Magyarországon a »Misnay« alezredes által feltalált és kifejlesztett, robbanással formált lövedék elvű robbanószerkezetét. [...] Látták, amint a harcanyag robbanása által képződött nagysebességű lövedék, több tíz méterről eltalálta és áttörte a harckocsi oldalát.” [18. p. 30]

Hatala András a felkutatható, csekély mennyiségű információk és egy 2003-ban megtalált LÖTAK alumínium burkolatú robbanóanyag töltete és „tányérja” alapján rekonstruálta Misnay aknaját. Ennek alapján a 43 M LÖTAK főbb technikai paraméterei az alábbiak voltak:

- az akna teljes tömege 10,7 kg;
- a trotil robbanóanyag töltet tömege 4,77 kg;
- a bélésfém átmérője 252 mm;
- a bélésfém vastagsága 6,5 mm;
- az akna indítása 40 M vagy villamos gyutacs, vagy ELCÖ;
- telepítése földre helyezve, vagy fára, kerítésre stb. függesztve;
- távhatását 1°-os pontossággal lehetett irányozni;
- a megsemmisítési sugár kb. 8 méter, páncélatütő képessége nem ismert.

A LÖTAK további sorsáról az alábbi információkat tudta összegyűjteni Hatala. „A LÖTAK 1944 nyarán kerülhetett sorozatgyártásba. Írásos dokumentumok hiányában csak találgatni lehet, hogy a határvédelmi rendszerbe mennyi juthatott. Ezt az erődrendszert a Keleti-Kárpátokban 1941-től folyamatosan építették, és bár robbanó műszaki zárral jól fel volt szerelve, a LÖTAK használata nem lehetett széles körű késői megjelenése miatt. Magyarországi harcok levéltári kutatása során sikerült néhány utalást fellelni alkalmazásáról. 1944. október 15-én délután – közvetlenül a német hatalomátvétel előestéjén – a budai Várba vezető utakat a védelmi tervnek megfelelően LÖTAK-okkal biztosították páncélostámadás ellen. Több helyen robbanás is történt:

- az Ostrom utcában megölt egy magyar nyilas karszalagos főhadnagyot;
- szintén az Ostrom utcában felrobbant akna átütötte egy szemközti ház falát;
- a Hunyadi úton egy német könnyű páncélozott harcjárművet megsemmisített;
- a Palota téren egy magyar rendőrgépkocsit rongált meg.

Sem a németek, de még a magyarok sem ismerték pontosan, mire képesek ezek az aknák. A botlódrróttal vagy ELCÖ-vel [ELEktromos CÖvek – utász robbanószerkezetek indítására kifejlesztett villamos billenő gyújtó] szerelt LÖTAK-ok »komolytalannak« tűnhettek a drótműködtetésű repeszaknákhöz szokott páncélosalakulatoknak. Érthető, hogy október 16-án hajnalban német követelésre felszedték ezeket a műszaki zárat még a reggel 6 órai Panzerfaust-akció megkezdése előtt. [...]

1944. október 23-án a magyar királyi 53. utászzászlóalj (parancsnok Koppány Ernő őrnagy) a budapesti hídfőbe érkezett. A LÖTAK-okat 1944. október végén az alakulat századai telepíteni kezdték, majd a telepített zárat felügyelték az Attila-vonalban kijelölt védőkörleteikben, noha az alakulat tisztjei csupán 1944. október 25-én szereztek először tudomást ennek az eszköznek a létezéséről. Nem lehetett elég jól ismert eszköz, mivel a magyar királyi 202. honvéd gépkocsizó különleges műszaki zászlóalj 2. századának két katonája is ilyen akna felrobbanásakor sebesült meg (egyikük október 31-én, a másik pedig november 2-án). Dunaharasztnál az 1/1. honvéd ejtőernyős zászlóalj (parancsnok Tassonyi Edömér százados) is védett. A parancsnok így írta le csapatai védőkörletét: »Mind Soroksáron, mind Dunaharasztn hevenyészett védőállások voltak előre elkészítve a munkaszolgálatosok által. A műút közvetlen környezetében harckocsiárok volt kiásva, fákra szerelt tányéraknák. Ugyanígy az Attila-vonal első védőövében a Vecsésnél kiépített, illetve az Ócsára vezető út mentén balra 400 m-re létesített harckocsiárkot szintén LÖTAK-okból álló zárral is biztosították. A 101. műszaki gépszázad egyik járőre 1944. november 3-án hajnali 2 órakor a támadó szovjet csapatok előtt kénytelen volt felrobbantani az Üllőtől két km-re északra húzódó harckocsiárok hídjait. A magyar műszaki katonák az árok elé telepített LÖTAK-okat is elműködtették, mert egy szovjet gépkocsizó lövés alegység megtámadta őket. A magyar járőr veszteség nélkül vonulhatott vissza, mert a szovjetek ezek után nem üldözték őket.« [26. pp. 63-64]

1944. december elején a LÖTAK gyártó műszaki szertár elhagyta Budapestet. A háború végén még talált néhány helyen LÖTAK-kal kapcsolatos híradást Hatala. „1945. február 4. A Magyar Királyi 202. Munkás Hadidandár Győr területén végezte az erődítési és védelmi munkákat: harckocsiárkok ásása, tisztítása, aknamezők telepítése, robbantásos rongálások. A nap folyamán az Országérodítési Parancsnokságtól 70 db LÖTAK-ot kaptak, aminek a használatára a helyszínen az átadó tiszt kioktatta VIII./1-es önálló utász század parancsnokát. Ezen túl a 3. Utász Zászlóalj a robbantó gyakorlótéren még átadott 114 db LÖTAK-ot. 1945. február 8. Az Orsz. E. Pság. a Vadásztölténygyártól (Mosonmagyaróvár) megrendeli 500 db LÖTAK töltését és szerelését a hozzátartozó detonátor öntésével és beragasztásával együtt 17,5 P/db egységáron. A lemezes TNT-t és a detonátor TNP-jét, valamint a fémrészeket gépkocsin szállítja a cég telephelyére. Szállítás: hetente 150 db. A minőségi és mennyiségi átvétel a helyszínen az Orsz. E. Pk.-ság emberei által történt. A megrendelésre a szállítást még az 500 db leszállítása után is folyamatosan folytatták. Végül március 10-én pótlólag még 4000 db LÖTAK töltését és

szerezését rendelte meg az Erődítési Parancsnokság. Ekkorra már ez a kontingens is kész lehetett. 1945. március 20-án, a délelőtti folyamán Magyar Királyi 202. Munkás Hadidandár a dandárparancsnok, az erődítési csoportparancsnok, a kirendelt erődítési parancsnokok és az összes ezredparancsok részvételével bemutató volt a Magyar Waggon és Gépgyár Rt.-ben. A tárgy: a LÖTAK alkalmazása kétféle módozatban, éles bemutatóval egybekötve. Az Országérodítési Parancsnokságtól Misnay József hmtk. alez. ismertette az akna szerkezetét és alkalmazását. Ezután egyet kilőttek egy kb. 6 m-re felállított páncéllemez táblára. A LÖTAK a kilövés pillanatában 3 részre szakadt, mégis az egyik nagyobb repeszdarab 7 db 10 mm vastag páncéllemez ütéssel át. Ezután bemutatták a gyalogság elleni alkalmazást is. A felrobbanó LÖTAK acéllapja szétszakadt, de az eléje halmozott kavicsalmot is nagy erővel, nagy távolságra kivetette. Elhangzott, hogy a kavics kőszekrénybe helyezésével a szórást jobban lehet irányítani. A dandárparancsnok kijelentette, hogy a LÖTAK jól alkalmazható, de lelkiileg edzett és jól felkészített kezelőlegénységet kíván meg a harc közbeni használata.

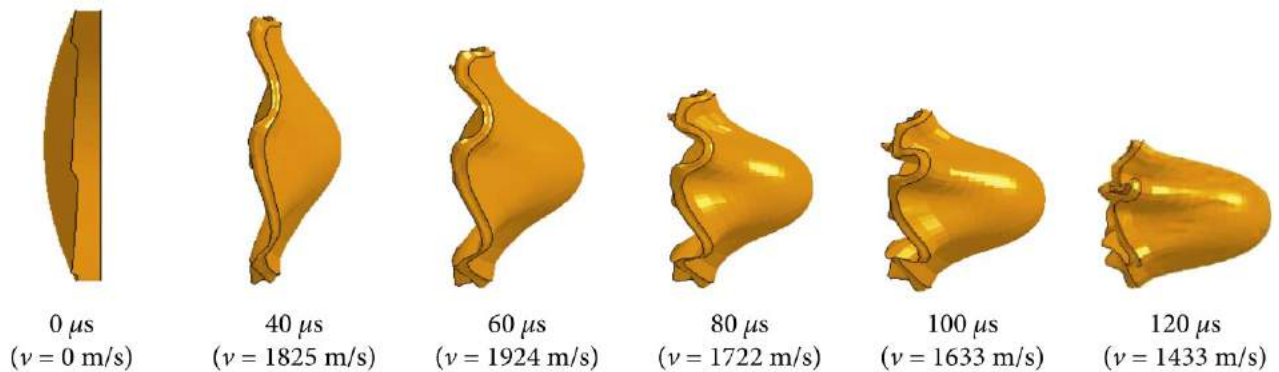
1945. március 24-én a dandár átadja a műszaki zárat és a LÖTAK-okat német utász századoknak némi kiképzés után.” [27. p. 2]

A Misnay József által tervezett LÖTAK-ról és a robbanással formált lövedék elvén működő harcanyagokról az alábbi két összefoglalót olvashatjuk Hatala András cikkeiben.

„A második világháború alatt a 44M LÖTAK az egyetlen rendszeresített oldal elleni akna volt az egész világon. Világelső volt, mert olyan lapos, tányér alakú fémmel bélelt üreges töltetet használt, amilyennel az 1950-1960-as években is csak a kísérleti fizikusok foglalkoztak. Ilyen elven működő aknák csak az 1960-as évek végén jelentek meg a fejlett nyugati hadseregekben. A nyugati szakirodalom sokáig Misnay-Schradin-hatásként említette azt az elvet, amelynek alapján ez az eszköz működött. Az utóbbi 30 évben a robbanóanyaggal gyorsított lapos bélésű töltetekkel való kísérletezés széles körűvé vált, köszönhetően a katonai, az űr-, a bányászati és az olajipari kutatásoknak. Ma általánosan az angol EFP rövidítéssel (Explosively Formed Penetrator) illetik az ilyen esz közőket.” [26. p. 63]

A robbanással formált lövedék elvű robbanószerkezetek mai felhasználásáról ezt írja. „Az EFP-töltet az új évezred fegyvere lett. Köszönhető ez annak, hogy összehasonlítva a kumulatív töltetekkel, sokkal jelentősebb a cél mögötti pusztító ereje, valamint jóval nagyobb távolságról képes hatását kifejteni. Nincs szükség a cél érintési távolságra való megközelítésére, és a reaktív páncélzat sem jelent akadályt. Az 1990-es években megjelenő felülről támadó automatikus páncéltörő töltetek a harcok felső vagy tetőpáncélján hatoltak keresztül. A fejlesztéseknek köszönhetően ma már a lényegesen ellenállóbb oldalpáncél ellen is hatásosak. Fő célkitűzés a kilőtt lövedék hosszának növelése, mivel így a keresztmetszeti terhelése nő, ezáltal a páncéltörő képessége is javul. A kezdeti 1-1,2 hossz/átmérő arányú acéllövedékek után jöttek a 3-as arányú rézlövedékek. Ma már az 5,5-ös tantál-lövedékek sem ritkák, és

előrejelzések szerint 1,8-2,5 km/s sebességű, 10-es hosszúságú (ezüst) lövedékek várhatók a jövőben.” [28. pp. 62-63]



20. ábra: A robbanással formált lövedék kialakulása egy mai számítógépes szimuláció alapján [35. p. 10]

BEFEJEZÉS – MISNAY ÉS AZ UTÓKOR HÁLÁJA

Jogosan vetődik fel a kérdés: mi történt ezzel a világraszóló magyar találmánnyal és felfedezőjével a háború után? A válasz sajnálatos tükre a korabeli magyar viszonyoknak. „A LÖTAK a háború után befejezte pályafutását, de Misnay őrnagy a Magyar Néphadsereg megalakulása után visszakerült a Haditechnikai Intézetbe (Daróczi út), és ott dolgozott 1945-50 között, ezredesi rangban vonult nyugállományba. Misnay a LÖTAK továbbfejlesztésével megbízott munkacsoportot vezetett. Céljuk olyan akna létrehozása volt, mely robbanásakor több száz méter távolságból átüti a harcokcipáncélt. Munkájukat nagy titokzatosság vette körül, rajzokat, feljegyzéseket nem készítettek, a kísérletekben csupán egy-két ember vett részt. Abban az időben csak olyan hírek szivárogtak ki, hogy visszaküldték az üzemnek az elkészült kumulatív betéteket, a »tányérokat«, mert belső felületük nem volt megfelelően polírozva. Nagy acéltömböt öntettek, és ennek üregében helyezték el a tölteteket, majd robbanás után Misnay a különböző távolságban felállított táblákon nagy igyekezettel kereste a »csepp«, vagyis a kumulatív hatás nyomát. A nagy költségek ellenére elfogadható eredményt nem tudtak felmutatni, ezért a kísérleteket leállították, és Misnay, valamint társai elkerültek a HTI-ből. További sorsukat nem ismerjük. Sok 1944-ben gyártásba vett magyar fegyverhez hasonlóan a LÖTAK létezése is a feledés homályába merült. Czapek Béla nyugállományú alezredes saját kutatásai során szerzett tudomást Misnay találmányáról. Valószínűleg sokáig ő volt az egyike azon keveseknek, aki tudott az akna létezéséről.” [26. pp. 64-67]

Vajon miért tudunk ilyen keveset Misnay találmányairól, hiszen a korabeli Haditechnikai Intézet (HTI) archívumában meg kellett volna lenni úgy a 43. M tányérakna, mint a LÖTAK terveinek, gyártási dokumentációjának? Nos, egyrészt a történelem majd az emberi felelőtlenség, butaság közbeszólt. 1944 novemberében elrendelték a HTI kiürítését. „Az itthon maradt tárgyi eszközök megsemmisültek, vagy az oroszok elhordták őket. A HTI iratanyagát uszályokon vitték felfelé a Dunán, de a járműveket telitalálat érte Bécs felett, Hainburgnál, és minden

megsemmisült, vagyis amit a HTI-ről tudunk, azt csak más szervezetek levelezéséből tudjuk.” [29]

Az 1947 után újra induló Katonai Műszaki Intézetben, majd 1948-tól újból Haditechnikai Intézetben az esetleg megmaradt korábbi anyagok sorsa sem alakult szerencsésebben, bár itt már szubjektív okok miatt. Czapek Béla így emlékeztet vissza az akkori időszakra. „Az 50-es években a M. Kir. Honvédség eszközeiből csak néhányat ismertünk meg, mert kevés maradt meg belőlük. A régi, Daróczi utcai épületből áthoztak sok harceszköz-rajzdokumentációt, és bezúfolták egy olyan szobába, mely a telefonközpont mellett volt. Nemsokára a telefonközpontot bővítették, és valaki úgy intézkedett, hogy ezekre nincs szükség, és válogatás nélkül a kazánházban elégették. Csak a könyvtárban maradt meg néhány szakkönyv.” [30. p. 131]

Misnay sorsának további alakulásáról *Hajdú Ferenc kutatásai* alapján kapunk pontosabb képet. A Haditechnikai Intézet múltját bemutató könyvben olvashatunk először részleteket Misnay életútjáról. [31. p. 100] *2010-ben az Élet és Tudományban* írt cikkben további részleteket közölt róla Hajdú. „1950 után a régi tisztek iránti bizalmatlansági hullám őt is elérte. A trotilágyús kísérletei miatt, melynek során több száz méterről akart harckocsikat megsemmisíteni, bolondnak nevezték. [...] 1950. második felében letartóztatták és kitelepítették Tiszafüredre. Az ÁVH hetente többször is »meglátogatta«, ami kikezdte az idegeit. Utolsó éveiben gyerekeket korrepetált matematikából és fizikából. 1968. november 16-án hunyt el Tiszafüreden. Misnay József hmtk. ezredes a XX. század egyik nagyszerű hadmérnöke volt. Tudományos eredményei és napjainkra is hatást gyakorló találmánya világszerte ismertté tették a nevét még akkor is, ha a magyar technikatörténelem nem emlékezik meg munkásságáról.” [25. p. 1029]

A *2011-ben, a Haditechnika* folyóiratban megjelent cikkel válik teljessé (?) a hányatott sorsú, méltatlanul elfeledett magyar hadmérnök, Misnay József pályafutásának története. „Nem tudni pontosan, mikortól kezdve foglalkozott egy új típusú kumulatív hatáson alapuló akna kifejlesztésén, de 1942-ből fennmaradt egy hadiműszaki törzskari előadása az »üreges töltetekről«, és ezzel megalapozta elsőségét egy addig ismeretlen területen. [...] Nemzetközi ismertségét valószínűleg az amerikaiak által zsákmányolt anyagok feldolgozása hozta meg, mely okot adott egy amerikai egyetem meghívására, de az utat nem engedélyezték számára. [...] 1950 második felében feltehetően ismét nyugdíjazták, és átköltözött a család tiszafüredi házába. Az ÁVH azonban nem engedhette el, mert félték tőle, hogy Nyugatra megy, így folyamatos ellenőrzés mellett kellett élnie. Hetente többször is »meglátogatták«, mely rendkívül rossz hatással volt idegrendszerére. A látogatók rendszeresen hoztak számára nyugati szakirodalmakat fordításra és elemzésre is. Öregkorára – amikor már elmarad a megfigyelés és ellenőrzés (1960 után), a családi ház kertjében termesztett zöldségeket, gyümölcsöket – de már soha nem nyerte vissza nyugalma. Nyugdíjának kiegészítésére gyerekeket korrepetált matematikából és

fizikából. 1968. november 16-án hunyt el Tiszafüreden, és 19-én helyezték örök nyugalomra.”
[32. pp. 49-50]



21. ábra: Misnay József ezredes [31. p. 140]

Misnay József a hadmérnöki tudásával, kutatási eredményeivel és világszerte katonai irányított hatású műszaki harcanyagaival örökre beírta a nevét az egyetem hadtörténelem/haditechnika történet „Arany könyvének” lapjaira, dicsőséget szerezve a hazájának. Az azonban kitagadta, és méltatlanul a felejtés homályába számúzta őt. Misnay József munkásságának a *Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem* állított végül méltó emléket, mikor 2011-ben – posztumusz – a *Pro Militum Artibus* (a Hadtudományért) kitüntető címet adományozta neki. [33. p. 140]

Megjegyzés:

a témával kapcsolatban bővebben lásd a szerző által írt, ***Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban az 1800-as évek végétől napjainkig*** című újonnan megjelent monográfiáját. E-book formában elérhető a Ludovika Kiadó web shopjában: <https://webshop.ludovika.hu/termek/konyvek/hadtudomany/robbantastechnika-a-hazai-katonai-szakfolyoiratokban-az-1800-asevek-vegetol-napjainkig/>

Hivatkozott irodalom jegyzéke:

- [1] Pallas nagy lexikon. 16. kötet (1897).
- [2] CSONKARÉTI Károly: A hajózás története 6. – Fenyegetés a víz alól. Élet és Tudomány, 1982. 30. szám, 939–941.
- [3] LUKÁCS László: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban az 1800-as évek végétől napjainkig. Budapest: Ludovika (2023).
- [4] MUNROE, Charles Edward: Modern explosives. Scribner’s Magazine. Charles Scribner’s Sons, New York, III. 1888. 563–576.

- [5] SZALAMAHIN, T. M.: Osznóvi modelirovanyija i bojevaja efektyívnošty zarjádov razrusenyija. Moszkva: Kujbisev Katonai-Műszaki Akadémia (1984).
- [6] ARRAN Gordon: Explosive Applications for Industry and Defense, Havoc Industries Pty Ltd. 19-Oct-06. <https://www.engineersaustralia.org.au/sites/default/files/resource-files/2017-01/Shaped%20Charges%20for%20Explosive%20Fabrication%20-%20A%20Gordon.pdf>
- [7] KENNEDY, Donald R.: History of the shaped charge effect – The First 100 Years. Originally prepared for presentation at the 100th Anniversary of the Discovery of the Shaped Charge Effect By Max Von Foerster, observed at MBRR Schrobenhausen, West Germany, 20–22 September 1983.
- [8] ANDREJEV, K. K. – BELJAJEV, A. F.: A robbanó anyagok elmélete. Budapest: Műszaki Könyvkiadó (1965).
- [9] BOHUS Géza – HORVÁTH Zoltán – PAPP József: Ipari robbantástechnika. Budapest: Műszaki Könyvkiadó (1983).
- [10] National Archives, Washington, D.C. <https://picryl.com/media/soldier-holding-a-bazooka>
- [11] CHILES, James R.: From Bazookas to RPGS. AmericanHeritage.com History's Homepage, Monday April 27, 2009. <https://www.inventionandtech.com/content/bazookas-rpgs-0>
- [12] VALTERS, William: A Brief History of Shaped Charges, 24th International Symposium on Ballistics, vol. 1, pp. 3–10, New Orleans, LA, 22–26 September 2008.
- [13] BIRKHOFF, Garrett D. – MCDOUGALL, Duncan P. – PUGH, Emerson M. – TAYLOR, Geoffrey: Explosive with Lined Cavities, J. Appl. Phys., Vol. 19. No. 6. June 1948.
- [14] Kezelési segédlet a 43. M. tányéraknához (második kiadás). M. kir. honvédelmi miniszter. Budapest (1944).
- [15] TM 5-280. Foreign Mine Warfare Equipment. Department of the Army, the Navy and the Air Force. Washington, D.C., April 1963.
- [16] TM 5-280. Foreign Mine Warfare Equipment. Department of the Army, the Navy and the Air Force. Washington, D.C., 15 July 1971.
- [17] CZAPEK Béla: A Misnay-Schardin-effektus és a LŐTAK. Haditechnika, 1986. 4. szám, 2-5.
- [18] BACKOFEN, Joseph E. – WILLIAMS, Larry W.: Antitank Mines. Armor – The Magazine of Mobile Warfare, July-August 1981. Vol XC, No. 4. United States Army Armor School, Fort Knox, Kentucky. 26-30.
- [19] BURCH, Briant T.: Determining and mitigating the effects of firing a linear shaped charge under water. 2014. Master Theses. 7305. https://scholarsmine.mst.edu/masters_theses/7305
- [20] OP 1720 Shaped Charge Ammunition and Applications of Shaped Charges to Explosive Filled Ordnance (Restricted). Navy Department Bureau of Ordnance, Washington 25. D. C. 1947.

- [21] Online forrás: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seydlitz_torpedo_damage.jpg
- [22] MALCOLM, J. Smith – LEE, Julian: Ship-like target design for underwater explosion experiments. Defence Research and Development Canada, Scientific Report DRDC-RDDC-2017-R096, September 2017. https://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/unc284/p805694_A1b.pdf
- [23] CZAPEK Béla: Robbanóanyaggal gyorsított nagy sebességű lövedékek. Haditechnikai Szemle, 1967. 2. szám, 46–49.
- [24] HATALA András: Misnay József hmtk. alezredes munkássága a 2. világháború alatt – A harckocsielhárító aknák fejlesztése I. rész. Haditechnika, 2011. 5. szám, 2–5.
- [25] HAJDÚ Ferenc: Ismeretlen világhírű ezredes, Élet és Tudomány 2010. 33. szám, 1028-1029.
- [26] HATALA András: Üreges töltetek IV. rész – A második világháború alatt gyártott magyar üreges töltetek, Haditechnika 2010. 5. szám, 63-67.
- [27] HATALA András: Misnay József hmtk. alezredes munkássága a 2. világháború alatt – A harckocsielhárító aknák fejlesztése II. rész. Haditechnika, 2011. 6. szám, 2–5.
- [28] HATALA András: Üreges töltetek II. rész – További összefüggések, fejlesztések, kutatások, Haditechnika 2010. 3. szám, 61-64.
- [29] DRAVECZKI-URY Ádám: Egy katonai fejlesztőmérnök agyának nem lehet megálljt parancsolni. Honvédelem, 2011. február 1. <https://honvedelem.hu/hirek/honvedelmi-miniszter/egy-katonai-fejlesztomernok-agyanak-nem-lehet-megalljt-parancsolni.html>
- [30] CSAPODY Tamás: Nem lehet kitérni a sors elől. Új Honvédségi Szemle. 2006. 9. szám, 130-138.
- [31] HAJDÚ Ferenc – SÁRHIDAI Gyula: A Magyar Királyi Honvéd Haditechnikai Intézettől a HM Technológiai Hivatalig 1920–2005. Budapest: HM Technológiai Hivatal (2005)
- [32] HAJDÚ Ferenc: A Haditechnikai Intézet világhírű ezredese, Haditechnika 2011. 3. szám, 49-50.
- [33] UNGVÁR Gyula szerk.: Pro Militum Artibus – A hadtudományért. Budapest: Zrínyi (2014) <https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/PMA.pdf>
- [34] LUKÁCS László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből, különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányai és a kor új kihívásaira. Budapest: Dialóg Campus (2017)
- [35] Wang, Weizhan et al: Formation of an Explosive Fomed Penetrator Warhead Using a Step-Shaped Charge. Hindawi Shock and Vibration Volume 2022, Article ID 9694576, 17 pages <https://doi.org/10.1155/2022/9694576>
- [36] The Preparation and Testing of Explosives – Summary Technical Report of Division 8, NDRC, Volume 1. (D. P. MacDougall). Chapter 3 – Applications of High Explosives. National Defense Research Committee, Washington, D. C., 1946.

THE SITUATION OF CONTINUOUS PROFESSIONAL TRAINING – THE THIRD TRAINING COURSE FOR EXPLOSIVES ENGINEERS/EXPERTS WAS LAUNCHED

A FOLYAMATOS SZAKMAI UTÁNPÓTLÁS HELYZETE – HARMADSZOR IS ELINDULT A ROBBANTÁSTECHNIKAI SZAKMÉRNÖK/SZAKEMBER SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS

Dr. DARUKA Norbert¹

Abstract

For the sixth time, a higher education course in explosive ordnance disposal has appeared on the domestic higher education scene. The current course is perhaps the most successful because the third training period has already started without interruption. These courses are, as before, designed to meet the needs of two well-defined blasting disciplines. On the one hand, the needs of military demolition engineering and, on the other hand, the needs of industrial demolition engineering have shaped and continue to shape the requirements for the training of demolition technicians. With the support of the University of Óbuda, we have now managed to find a training location that is easily accessible from anywhere in the country. This local location, together with the organisational demand for skilled professionals, has made the training increasingly popular. This popularity is also enhanced by the fact that it trains future engineers and professionals who are among the best in their field. So, everything is in place to achieve success: the location and the technological background, the expertise of the trainers, the students who are hungry for knowledge and, not least, the feedback we receive from our graduates who have completed their studies.

Keywords: training, dedicated professional, explosives engineering.

Összefoglalás

A hazai felsőoktatás palettáján immár hatodik alkalommal jelent meg a robbantási tevékenységeket magába foglaló felsőfokú képzés. A napjainkban folyó képzés azért is tekinthető talán a legsikeresebbnek, mert megszakítás nélkül már a harmadik képzési periódus is elindult. Ezek a képzések épp úgy, mint korábban is két jól elhatárolt robbantási szakterület igényeit próbálja kielégíteni. Egyrészt a katonai robbantástechnika, másrészt az ipari robbantástechnika igényei formálták és formálják a robbantástechnikai szakemberek képzésének követelményeit. Az Óbudai Egyetem támogatásával sikerült mára egy olyan helyszínt megtalálnunk a képzések helyszínéül, ami az ország bármely pontjáról könnyen elérhető. Ez a lokális elhelyezkedés, illetve a képzettséggel rendelkező szakemberek iránti szervezeti igények alapozták meg azt, hogy a képzés egyre népszerűbb. Ezt a népszerűséget növeli az is, hogy olyan oktatói gárda képzzi a leendő szakmérnököket, szakembereket, akik az adott szakterületen a legjobbak közé sorolhatók. A sikerek eléréséhez tehát minden adott, a helyszín és a technológiai háttér, az oktatói szakértelem, a tudásra szomjazó hallgató és nem utolsósorban azok a visszajelzések, amelyek a végzett, szakirányú végzettséggel rendelkező volt hallgatóinkról érkeznek vissza hozzánk.

Kulcsszavak: képzés, elhivatott szakember, robbantástechnika.

BEVEZETÉS

A Robbantástechnikai szakmérnök képzés már több alkalommal és különböző szakmai tartalommal jelent meg a hazai oktatási palettán. Robbantástechnikai szakmérnököket képeztek két évfolyamon is (1994; 1996) a Miskolci Egyetem Bányászati és Geotechnikai tanszék szervezésében. A bányászati ipar jelentős zsugorodásának hatására és a rendvédelmi területeken bekövetkezett változások miatt, a robbantástechnikai szakemberek iránti igény jelentősen

¹ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Felnőttképzési Központ, Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzés, szakfelelős, a katonai műszaki tudományok PhD. fokozatos; daruka.norbert@bgk.uni-obuda.hu; ORCID: 0000-0002-7102-1787.

lecsökkent, így Robbantástechnikai szakmérnöki képzés újabb évfolyamának elindítása meghiúsult. [1]

Körülbelül 10 évvel az utolsó Robbantástechnikai szakmérnökök kibocsátását követően már egyértelműen látszottak az igények, hogy hasonló végzettséggel rendelkező szakemberekre lenne szükség valamennyi robbantási tevékenységgel kapcsolatos szektorban. Ezzel kapcsolatosan egyeztetések is folytak a képzésindítással kapcsolatos kezdeményezést megfogalmazó Bányászati Hivatal és a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem között, de érdemi előrelépés annak ellenére sem történt, hogy minden technikai feltétel rendelkezésre állt. [2]

Mivel a szakemberek iránti kereslet évről évre csak fokozódott, így egy lelkes Magyar Robbantástechnikai Egyesületi tag a lehetőséget megragadva a Pannon Egyetemen segítségével akkreditáltatta a Robbanóanyag-ipari szakmérnök képzést. 2014-ben el is indult az oktatás és már akkor látszott, hogy a földrajzi elhelyezkedés jelentős befolyással lehet a későbbi képzések iránt érdeklődőkre. Ahhoz, hogy maga a képzés sikeres legyen, nagyban hozzájárult az MH 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezred, mivel biztosította a budapesti helyszínt az oktatások jelentős részének megtartásához. Ahogy azt előre sejteni lehetett, a veszprémi képzési helyszín nem tette vonzóvá a képzés az az iránt érdeklődőknek, annak ellenére, hogy minden feltétel rendelkezésre állt a problémamentes lebonyolításhoz. A robbanóanyag-ipari szakmérnök képzés azóta is szüneteltetve van, mivel az adott képzéssel kapcsolatban nincs megfelelő létszám a képzés gazdaságos elindításához.

Összességében ezek voltak azok a kezdeményezések, melyek a szakterület szakirányú végzettséggel rendelkező igényeit próbálták lefedni. Napjainkban a Miskolcon végzett évfolyamok tagjai már nagyszámban nyugdíjasként tevékenykednek és aki még nem érte el azt a kort, az nagyon közel áll már hozzá. A Veszprémben végzett szakmérnökök szerencsére valamennyien a robbanóanyagok, illetve a robbantástechnika területén dolgoznak azóta is, de előre felvázolható volt szükség van az utánpótlásra. Ennek az utánpótlásnak a biztosítása pedig csak a rendszer változtatásával volt kivitelezhető, aminek egy új helyszín az Óbudai Egyetem adott otthont. [3]

„A tudomány olyan, mint a pókháló. A pók számára (hisz ő maga építette föl): jól áttekinthető, világos szerkezet, a belegabalyodó légynek viszont áttekinthetetlen kuszaság. Részben azért, mert készen találta azt. Ha azt akarjuk, hogy a tanuló számára élményt jelentsen a tanulás, akkor nem a "készterméket" kell tanítanunk, hanem azt a folyamatot, amelynek során fölépül, születik a tételek, fogalmak egymást átszövő láncolata.” – Kálmán Attila² átirat.

1. ROBBANTÁSTECHNIKAI KÉPZÉS AZ ÓBUDAI EGYETEMEN

Még javában folyt a veszprémi érdekltségű, de többségében budapesti helyszínnel lebonyolított robbanóanyag-ipari szakmérnök képzés, máris megkezdődött az összegyűjtött tapasztalatokra

² Magyar pedagógus, gimnáziumigazgató, országgyűlési képviselő, államtitkár volt.

támaszkodó fővárosi elhelyezkedésű képzés megszervezése. „Mivel a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemet is magába olvasztó Nemzeti Közsolgálat Egyetemen az összes mérnökképzést megszüntették, nem maradt más lehetőség, mint a tervezett szakirányú továbbképzést az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar bevonásával megszervezni. Az egyetemi és közoktatási jogszabályok útvesztőin túllépve 2015 őszen már konkrét elképzelések kerültek a Bánki Kar dékánja elé, aki azonnal támogatta a kezdeményezést.”³ A képzés tantervét a bevonásra tervezett oktatók véleményének figyelembevételével Prof. Dr. Lukács László és Diószegi Imre állította össze. A bürokrácia útvesztőinek köszönhetően a képzést csak a következő éven 2016-ban sikerült meghirdetni és 2017 őszen, többszöri toborzókampány hatására el is indult a Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzés.

Ahogy a képzés tájékoztatójában is olvasható: „A képzés célja, hogy magas szintű, korszerű elméleti és gyakorlati ismereteket nyújtson azoknak a robbantás- és a biztonságtechnika, továbbá a rend-, a katasztrófa- és a honvédelem különböző területein dolgozó szakembereknek, akik a már megszerzett felsőfokú képzettségük és ismereteik birtokában képesek a szakterületükön belül felmerülő speciális problémák megoldására, és adekvát válaszokat tudnak adni a kor követelményei által támasztott új kihívásokra.”

Az említett képzésre történő jelentkezés feltétele BSc⁴, vagy MSc⁵, (korábbi egyetemi vagy főiskolai) oklevél megléte. Ez az oklevél határozza meg a végzéskor a szakképzettség megnevezését, vagyis a végzéskor kapott „Robbantástechnikai szakmérnök” vagy „Robbantástechnikai szakember” megnevezés a bemeneti oklevél különbségéből adódik. Felmerül a kérdés, hogy mi a különbség a szakmérnök, illetve a szakember megnevezésű diploma között. A nemzeti felsőoktatásról szóló 2011. évi CCIV. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 87/2015. (IV. 9.) Korm. rendelet (Vhr.) alapján szakmérnök megnevezést csak az kaphat, akinek BSc vagy MSc diplomája mérnöki megnevezéssel került rögzítésre. Az is fontos tény, hogy a szakember végzettségű hallgatók egy igazolást kapnak arról, hogy azonos tematika, azonos képzési követelmények szerint tanultak, mint a szakmérnökök.

2. A KÉPZÉS SORÁN MEGSZERZENDŐ ISMERETEK

Alapismeretek és szakmai törzsanyag ismeretkörei:

- Robbanóanyag kémia.
- Robbanásfizika.

³ DARUKA (2022a) p.30.

⁴ A BSc – Bachelor of Science – a világ számos országában ismert, az angolszász országokban hagyományosnak számító főiskolai szintű diploma, illetve a hozzá tartozó oktatási forma elnevezése.

Az oktatási formát alapképzésnek, a megszerzhető diplomát BSc-diplomának vagy alapidiplomának is nevezik.

⁵ Az MSc – Master of Science – mesterképzés számos országban, így jelenleg hazánkban is a háromosztatú felsőoktatási képzés második képzési ciklusa.

- Robbantóanyag ismeret.
- Robbantással történő munkavégzéssel és robbantásos cselekmények hatásaival kapcsolatos egészségügyi/munkavédelmi ismeretek.
- Kockázatelemzés.
- Robbantásos cselekmények elleni védelem módszerei és eszközei.
- A tűz- és a katasztrófavédelem szakirányú kérdései.
- Veszélyes anyagok tárolása és szállítása.
- Alkalmazott szakmai jogi ismeretek.
- Minőségbiztosítás.

Speciális szakismeretek ismeretkörei:

- Építmények robbantásos bontása.
- Bányászati robbantások.
- Árvíz-védekezési robbantások.
- Robbanások közvetlen és közvetett hatása a környezetben.
- Robbantásos merényletek rekonstrukciója és felderítésének eljárásai.

Az egyetem lehetőséget biztosít, hogy a hallgatók korábban, hasonló témában szerzett ismereteit és gyakorlati tevékenységét, valamint azok érdemjegyeit az egyetem általános eljárási rendje szerint beszámítsuk. Az adott szemeszter kezdetén – index és megfelelő tematika alapján – a tantárgyfelelős oktató tesz javaslatot a beszámítás lehetőségére.

Már említésre került, hogy két nagy alkalmazási terület, a katonai és az ipari robbantástechnika köré csoportosulnak a képzés során megszerzendő ismeretanyagok. Ezek az ismeretanyagok úgy lettek kialakítva, hogy figyelembe vettük a cégek, szervezetek igényeit, ahol a végzettséggel rendelkező szakemberek és szakmérnökök majd el tudnak helyezkedni. Természetesen, ha az igények változnak, akkor ezek a tématerületek is rugalmasan változhatnak a jövőben, erre lehetőséget biztosít az egyetem. Lássuk, hogy mik is ezek a területek:

- Korszerű ipari és katonai robbantóanyagok és azok alkalmazási lehetőségei;
- Robbantással történő munkavégzéssel és robbantásos cselekmények hatásaival kapcsolatos egészségügyi/munkavédelmi ismeretek;
- Robbantásos cselekmények kockázatelemzése;
- A robbanóanyagok pusztító hatásának kiváltásával történő fenyegetés és a robbanóanyag, robbanószerkezetek jogellenes felhasználása (bombafenyegetés és bombamerényletek általános jellemzői);
- Robbanószerkezetek felderítésének és hatástalanításának módszerei, eszközei;
- A robbanási lökéshullámok modellezése, és komplex térben való terjedésük vizsgálatának módszerei, lehetőségei;
- Épületek robbantás elleni védelmének építészeti szempontjai, lehetőségei;
- Építmények kialakítása, megerősítése, védelmi képességeinek fokozása robbantási kísérletek és szoftveres modellezés alapján;

- Bányászati robbantások;
- Árvíz-védekezési robbantások;
- Építmények robbantásos bontása;
- A tűz- és a katasztrófavédelem szakirányú kérdései;
- Veszélyes anyagok tárolása és szállítása;
- Alkalmazott szakmai jogi ismeretek;
- Minőségbiztosítás.

A felsorolt területekből is látszik, hogy óriási ismeretanyagot kell a hallgatóknak elsajátítaniuk, illetve a meglévő ismereteiket ezekkel kibővíteniük. Az alábbi táblázatban jól láthatók azok az óraszámok, amelyek rendelkezésre állnak a jelenlegi szabályzók szerint.

| TANTÁRGY | KREDIT | ÓRASZÁM | VIZSGA |
|--|-----------|------------|-------------|
| I. félév | | | |
| Robbanóanyag kémia | 6 | 24 | Évközi jegy |
| Korszerű ipari és katonai robbantóanyagok és azok alkalmazása | 10 | 36 | Kollokvium |
| Robbantással történő munkavégzéssel és robbantásos cselekményekkel kapcsolatos egészségügyi/munkavédelmi ismeretek | 4 | 12 | Évközi jegy |
| Veszélyes anyagok tárolása és szállítása | 2 | 8 | Évközi jegy |
| Robbanásfizika | 6 | 24 | Évközi jegy |
| Gázdinamika | 2 | 8 | Évközi jegy |
| I. félév összesen | 30 | 112 | |
| II. félév | | | |
| Végeselem módszer alapjai | 2 | 8 | Évközi jegy |
| A robbanási lökéshullámok modellezése, és komplex térben való terjedésük vizsgálatának módszerei, lehetőségei | 12 | 32 | Évközi jegy |
| A bombafenyegetés és bombamerényletek általános jellemzői | 2 | 8 | Kollokvium |
| Robbanószerkezetek felderítésének és hatástalanításának módszerei, eszközei | 2 | 16 | Évközi jegy |
| Robbantásos cselekmények kockázatelemzése | 2 | 8 | Évközi jegy |
| Építőanyagok, épületszerkezetek | 6 | 24 | Évközi jegy |
| Épületek robbantás elleni védelmének építészeti szempontjai, lehetőségei | 4 | 16 | Évközi jegy |
| II. félév összesen | 30 | 112 | |

1. táblázat: Képzési tematika Óbudai Egyetem 2016 I.-II. félév [1]

A felsőoktatási törvény az alábbiak szerint fogalmaz „A szakirányú továbbképzésben legalább hatvan kreditet kell és legfeljebb százhusz kreditet lehet megszerezni. A képzési idő legalább két,

legfeljebb négy félév.”⁶ Mivel a felsőoktatási törvény lehetőséget biztosít arra, hogy minimálisan kettő félév időtartamban is lehessen képzést szervezni, felmerült a lehetősége annak, hogy két különálló képzés keretében szétválasztásra kerüljön a katonai, illetve az ipari robbantástechnikai tananyag. [4] Ezt azonban elvetettük, mivel volt már korábban is kezdeményezés ipari robbantástechnika irányultságú képzés megszervezésének, de az érdeklődő hallgatók száma nem volt mértékadó, így ezt elvetettük. A jelenleg is folyó képzési tematikából az is kiderül, hogy teljes és átfogó képet, ebben a képzési formában csak négy féléves képzés keretében tudunk adni a hallgatóknak.

| TANTÁRGY | KREDIT | ÓRASZÁM | VIZSGA |
|---|-----------|------------|-------------|
| III. félév | | | |
| Építmények kialakítása, megerősítése, védelmi képességeinek fokozása robbantási kísérletek és szoftveres modellezés alapján | 8 | 24 | Kollokvium |
| Építmények robbantásos bontása | 8 | 40 | Kollokvium |
| Robbanások közvetlen és közvetett hatása a környezetben (elméleti és gyakorlati foglalkozás) | 5 | 24 | Évközi jegy |
| Robbantásos merényletek rekonstrukciója és felderítésének eljárásai (elméleti és gyakorlati foglalkozás) | 5 | 24 | Évközi jegy |
| III. félév összesen | 26 | 112 | |
| IV. félév | | | |
| A tűz- és a katasztrófavédelem szakirányú kérdései | 8 | 24 | Kollokvium |
| Alkalmazott szakmai jogi ismeretek | 2 | 8 | Évközi jegy |
| Minőségbiztosítás | 2 | 8 | Évközi jegy |
| Bányászati robbantások | 8 | 40 | Évközi jegy |
| Árvíz-védekezési robbantások | 4 | 16 | Évközi jegy |
| Záródolgozati projekt | 10 | 16 | Évközi jegy |
| IV. félév összesen | 34 | 112 | |

2. táblázat: Képzési tematika Óbudai Egyetem 2016 III.-IV. félév [1]

Fontosnak tartom megemlíteni, hogy az eddig végzett évfolyamokon vendégelőadók is átadhatták tudásukat és tapasztalataikat. Ebben a formában ismerkedhettek meg hallgatóink az olajipari robbantásokkal, a többkomponensű robbanóanyagokkal, a közetfúrás sajátosságaival és többek között betekintést kaptunk a pirotechnikai termékek gyártásába és felhasználásába, valamint a robbanásvédelem⁷ (ATEX) ránk vonatkozó ismeretanyagába is bepillantást nyerhettünk.

⁶ Forrás: 2011. évi CCIV. törvény a nemzeti felsőoktatásról, 17.§. (6).

⁷ Gázok, gőzök, ködök és porok robbanásával foglalkozó szakterület.

A képzés gyakorlatias jellegének megőrzésénél figyelembe vettük a modern technológiák adta lehetőségeket is, így a robbanási hatások építményekre gyakorolt hatását modellező ProSAir program segítségével szélesítjük a hallgatóink látókörét. Az említett programot az angol Cranfield University biztosítja számunkra.

A minél szélesebb körű ismeretanyag elsajátításának érdekében és a lehetőségek figyelembevételével folyamatosan szervezünk látogatásokat és gyakorlati foglalkozásokat azoknál a cégeknél, szervezeteknél, ahol a napi feladatvégrehajtás és tevékenység kapcsolódik a tantárgyi tematika valamely részéhez. Így tekinthetünk be a Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Szakértői Intézet Robbanóanyag Analitikai Laboratóriumában és megismerkedhetünk annak feladatrendszerével, illetve itt van lehetőségünk elsajátítani a „*Robbantásos merényletek rekonstrukciója és felderítésének eljárásai*” elnevezésű tantárgy elméleti és gyakorlati feladatait. A Magyar Honvédség berkein belül a 1. Tűzszerész és Folyamór Ezred és az Anyagellátó raktárbázis biztosítja, hogy megfelelő ismeretanyagok kerüljenek hallgatóink birtokába akár a robbanótestek kezelése, megsemmisítése, akár azok tárolásának vonatkozásában. [5]



1. kép: Gyakorlati képzés az MH 1.TFOE Tűzszerész kabinetében⁸

A gyakorlati képzések tekintetében szintén meg kell említeni a Puraset Water & Metal Solutions Kft.-t és a cég munkatársait, akik a robbantásos fémmegmunkálás területeivel ismertették meg a hallgatókat. Ezen a helyen kaphatnak hasznosítható ismereteket a leendő szakemberek a fémlemezek plattírozásáról, a robbantással történő hegesztésének szabályairól, a fémlemezek és fémcsövek képlékeny alakításának módszereiről, illetve a fém- és kerámiaporok robbantásos tömörítésének lehetőségeiről. [6]

Robbanószerkezetek felderítése tantárgy keretében látogatjuk meg folyamatosan a Z&Z Biztonságtechnika Kft.-t, ahol többek között a csomagröntgeneken gyakorolhatják a leendő szakemberek a robbanóanyagok és robbanószerkezetek, illetve különböző tiltott tárgyak felismerését. Talán a legjobb referencia, hogy a Kft. oktatási és minőségellenőrzési igazgatója is a képzésünk keretében szerezte meg a Robbantástechnikai szakmérnök képesítését. A kiváló

⁸ DR. DARUKA Norbert - Robbanószerkezeteket kerestek - robbanótesteket találtak!; Óbudai Egyetem Hírmondó; 2022. június pp. 42-43.; Fotó: SOMOGYI Krisztián.

szakmai kapcsolatnak köszönhető, hogy hallgatóink nem csak információt szerezhetnek, hanem a gyakorlatban is elsajátíthatják a robbanószerkezetek felderítését CT szimulátorral és többek között a Body scanner-ek alkalmazását is. A szakmai felderítési sajátosságokat kiemelve bepillantunk az Impulzus generátorral működő tűzserész röntgenek világába is. [5]

A robbantási foglalkozásokhoz a helyszínt, illetve a robbanóanyagok vizsgálatait is a Certrust Kft. szakemberei biztosítják. Nagyon jó kapcsolatot ápolunk a Kft., valamennyi dolgozójával és köszönjük nekik ezt az önzetlen tevékenységet.

A polgári robbanóanyag gyártást, a gyártósort és a tárolással, forgalmazással kapcsolatos ismeretanyagot a MIKEROBB Kft.⁹ és munkatársai biztosítják számunkra. A cég telephelyén nem csak a robbantástechnika polgári célú robbanóanyag előállító helyét tekinthetik meg hallgatóink, hanem a Bányászati Különgyűjteményt is.

Biztosan kijelenthető, hogy a legtöbb gyakorlati foglalkozást a Detonet Kft. biztosította számunkra, emellett a Kft. vezetője az oktatásban is jelentős szerepet vállal, amelyet ezúton is hálásan köszönünk. Kéményrobbantások, silórobbantás, robbantásos építménybontás, adótornyok robbantása, csak néhány azokból a foglalkozásokból, melyeken a hallgatóink megfordultak. [7][8]

Az előzőekben felsorolt gyakorlati tapasztalatok mind hozzájárultak ahhoz, hogy jól felkészített és minden területhez rálátással (kapcsolat rendszerrel) rendelkező szakembereket tudjunk a képzés végén útnak engedni. Amennyiben lehetséges, továbbra is várjuk azokat a lehetőségeket, felajánlásokat, melyekkel színesebbé tudjuk tenni képzésünket és nagyobb betekintés kaphatnak a hallgatóink az adott szakterület sajátosságaiba.

3. NEMZETKÖZI KAPCSOLATOK

Már említettem, hogy a Cranfield University-vel a kapcsolattartás folyamatos, hiszen ők biztosítják számunkra a lökéshullámok modellezéséhez a szoftveres hátteret.

A képzés szakfelelőseként felvettem a kapcsolatot a madridi Improvizált robbanószerkezetek elleni védelem Kiválósági Központtal (NATO C-IED COE)¹⁰, ahol a bűnös szándékú robbanószerkezetek elleni védelmi megoldásokkal ismerkedhetnénk meg stratégiai és hadműveleti szinten. Hasonló célból kerestem meg a Tűzserész Kiválósági Központot Trenčínben (NATO EOD COE)¹¹, ahol a nemzetközi tűzserész feladatrendszerrel kapcsolatban ismereteket stratégiai, hadműveleti és harcászati szinten is. Mindkét kiválósági központ látogatás pályázati forrásból kerülne finanszírozásra. A látogatások szervezése jelenleg is folyamatban van.

Az Óbudai Egyetem szervezésében nemzetközi konferenciákon veszünk részt, melyen hallgatóink is előadóként és publikációkkal jelennek meg. Ilyen konferencia volt például az

⁹ Miskolci Komplex Épületbontó és Robbanástechnikai, valamint Ipari és Kereskedelmi Korlátolt Felelősségű Társaság.

¹⁰ Counter Improvised Explosive Devices Centre of Excellence. Ez a NATO Kiválósági Központ egyike a NATO C-IED cselekvési tervben említett szereplőknek, amelynek célja az IED-k stratégiai hatásának csökkentése a jelenlegi és a jövőbeli konfliktusokban, taktikai és műveleti hatásuk korlátozásával.

¹¹ Explosive Ordnance Disposal Centre of Excellence.

ICCECIP¹² is, melynek keretében a létfontosságú infrastruktúrák robbanás elleni védelmével kapcsolatosan készültek publikációk.¹³ A konferencia keretében vettük fel a kapcsolatot olyan külföldi szakemberekkel, akik a saját felsőoktatásuk területén hasonló témában publikálnak. Konferenciák tekintetében itt említeném meg az I.-II. Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpóziumokat is, ahol szintén előadóként és publikációkkal mutatják meg magukat hallgatónk, illetve a már végzett szakmérnökeink. Ez a rendezvény is lehetőséget ad, hogy polgári és katonai robbantástechnikában is kiemelt szerepet betöltő szakembereket ismerhessünk meg, illetve vonhassunk be a képzésünkbe.

4. KUTATÁSOK, DOKTORANDUSZOK, DOKTORJELÖLTEK

Az oktatói oldalról is keressük azokat a lehetőségeket, hogy milyen oktatókat és milyen újszerű szemléletmóddal tudnánk beilleszteni a képzésbe, annak színesítése, illetve a legújabb módszerek, eljárások, eszközök és azokkal kapcsolatos hiteles tudásbázis aktuális szinten tartása érdekében. Néhány doktorandusz hallgató komoly segítséget jelent ezen célok elérésében.

A tudományos kutatások eredményeit is figyelemmel kísérve tovább folytatjuk az együttműködést Kugyela Lóránd robbanóanyag-ipari szakmérnökkel, az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola doktoranduszával, aki a kétkomponensű robbanóanyagokkal kapcsolatos kutatásával kapcsolatos kísérleteknél számít a hallgatónk részvételére. Egy másik kutatással kapcsolatban is együttműködést kezdeményeztünk Ember István robbanóanyag-ipari szakmérnökkel, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola doktor jelöltje,¹⁴ aki „*A tűzserész biztosítás válaszai az aszimmetrikus hadviselés kihívásaira*” kutatási témában végez kísérleti robbantásokat. A doktorandusz egyébként a képzés oktatójaként is jelentős, a modern kor kihívásainak megfelelő ismeretanyaggal [9][10][11] látja el a képzés résztvevőit, beleértve ebbe a 3D nyomtatás alkalmazhatóságát a speciális robbantási területeken.

Végzett hallgatónk közül is többen választották a doktori PhD¹⁵ képzést, mind a Miskolci Egyetemen, a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen és jelenleg az Óbudai Egyetemre folyamatban van egy robbantástechnikai szakmérnök jelentkezése. Ezúton is ösztönzök mindenkit, aki erőt és energiát érez magában próbálja ki magát a doktori képzésben, hiszen a szakmában nagy szükség lenne további tudományos fokozattal rendelkező személyekre.

5. MIRE IS JÓ A SZAKMÉRNÖKI/SZAKEMBER DIPLOMA?

- A szakember a szakképzettség birtokában alkalmassá válik a robbantástechnika piacán történő megfelelő színvonalú, szakszerű munkavégzésre;

¹² International Conference on Central European Critical Infrastructure Protection - Nemzetközi Konferencia a Közép-európai Létfontosságú Infrastruktúrák Védelméről.

¹³ A publikációkat hamarosan meg lehet tekinteni a Springer kiadó gondozásában és az ICCECIP weboldalán.

¹⁴ Doktorjelölt: az abszolutóriumot megszerezte, a műhelyvitan túljutott és az értekezését benyújtotta védésre.

¹⁵ Philosophiæ Doctor: nyers fordításban a téma filozófiájának tanítója.

- 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, jogszabályilag előírt feltételek teljesülése esetén) polgári robbantásvezetői vizsga tehető.

5.1. A Robbantástechnikai szakmérnök/szakember attitűdje

- Objektíven tekint a szakterületet megalapozó általános és specifikus ismeretekre;
- Szakmai ismereteinek, képességeinek birtokában van, azokat képes munkája során alkotó módon alkalmazni;
- Ismereteit naprakészen tartja, tudását eredményesen képes átadni és folyamatosan fejleszteni;
- Magatartása és kommunikációja hiteles, érthető, határozott és meggyőző;
- Szakmai döntéseit a vonatkozó jogszabályok és etikai normák teljes körű figyelembevételével hozza meg;
- A szabályokat megbízhatóan alkalmazza és meg tudja ítélni az elfogadható mértékű eltérést, szükség esetén korrekciós javaslatokat képes megfogalmazni;
- Szakmai tekintetben képes komplexen gondolkodni, dönteni és cselekedni;
- A szakmai problémák tekintetében alkalmazza az ok-okozatelemzés, a problémamegoldás eszközeit;
- Tevékenységét megtervezi, a tervek szerint végzi, az eredményeket elemzi, értékeli, szükség esetén korrekciót végez;
- Elkötelezett az igényes és minőségi munka iránt, tevékenységét az oktatási intézményének szellemiségében, illetve jóhírének öregbítésével látja el.

5.2. A Robbantástechnikai szakmérnök/szakember felelőssége

- Tevékenységének eredményeit reálisan értékeli;
- Önállóan és pontosan látja el feladatait;
- Szakterületét megalapozó nézeteket felelősséggel vállalja;
- Tudatosan törekszik az önfejlesztésre;
- Felelősséget vállal a közösség érdekében végzett munkáért;
- Váratlan döntési helyzetekben is önállóan képes a munkavégzésre, a szakmai döntések meghozatalára;
- Tevékenysége során figyelemmel kíséri a kapcsolódó szakterületek jogszabályi és technológiai változásait.

Az előzőekben említett elvárásoknak és felelősségnek kiemelt szerepe van abban, hogy méltán lehessünk büszkéek egykori hallgatóinkra, illetve, hogy a szakma hírnevéhez mérten ne csorbítsák annak tekintélyét. Ebből adódóan elvárás a képzés kezdetén az Erkölcsi Bizonyítvány bemutatása.

Hivatkozott irodalom jegyzéke:

- [1] DR. DARUKA Norbert (2022a): Robbantástechnika I. - A robbantástechnikai képzés múltja. Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium 2022, Velence., pp.: 6-20., ISBN 978–615–01–6009–2.
- [2] DR. LUKÁCS László (2020a): A Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzési szak és annak helye a hazai szakmai életben (tájékoztató). A Magyar Robbantástechnikai Egyesület 2020.08.26-i rendezvényen előadott előadás.
- [3] DR. DARUKA Norbert (2022b): Robbantástechnika II. - A robbantástechnikai képzés jelene és jövője és annak helye a hazai szakmai életben. Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium 2022, Velence., pp.: 21-31., ISBN 978–615–01–6009–2.
- [4] 2011. évi CCIV. törvény a nemzeti felsőoktatásról. Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100204.tv>; Letöltés: 2023.08.19.
- [5] DR. DARUKA Norbert (2022c): Robbanószerkezeteket kerestek - robbanótesteket találtak!; Óbudai Egyetem Hírmondó; 2022. június pp. 42-43. Forrás: https://uni-obuda.hu/wpcontent/uploads/2022/07/hirmondo_2022_junius.pdf; Letöltés: 2022.07.13.
- [6] DR. DARUKA Norbert (2022d): Ismét robbantottak a szakmérnök hallgatók; Forrás: <https://puraset.hu/hu/tudastar/hirek/engineering-students-exploded-again>; Letöltés: 2022.07.13.
- [7] DR. LUKÁCS László (2020b): Kéményrobbantáson a robbantástechnikai szakmérnök-hallgatók; Forrás: <https://bgk.uni-obuda.hu/hu/kar/cikk/2020/01/29/kemenyrobbantason-robbantastechnikai-szakmernok-hallgatok>; Letöltés: 2022.07.13.
- [8] DR. LUKÁCS László (2020c): Robbantástechnikai szakmérnökök terménytároló siló és kéményrobbantáson; Forrás: <https://bgk.uni-obuda.hu/hu/kar/cikk/2020/03/23/robbantastechnikai-szakmernokok-termenytarolo-silo-es-kemenyrobbantason>; Letöltés: 2022.07.13.
- [9] EMBER István (2021): The role and the risks of explosive ordnance decontamination in Hungary. Science & Military (Veda a Vojenstvo) 16. (2021), 1. 32-42. Forrás: http://ak.aos.sk/images/repozitar/sam/sam_1_2021/sam_1_2021_5.pdf; Letöltés ideje: 2022.08.10.
- [10] EMBER István (2020): A lőszermentesítés szerepe az építőiparban. Építőanyag 72. (2020), 2. 59-63. Forrás: https://epitoanyag.org.hu/wp-content/uploads/2020/05/10.14382_epitoanyag-jsbcm.2020.9.pdf; Letöltés ideje: 2022.08.10.
- [11] Dr. KOVÁCS Zoltán (2021): Robbantás oktatás a katonai BSc. képzésben; Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium 2022, Velence., pp.: 61-74., ISBN 978–615–01–6009–2.

EXPLOSIVES AND EXPLOSION PROTECTION SAFETY REQUIREMENTS FOR THE DESIGN AND LICENSING OF STORAGE AND EXPLOSIVES FACILITIES

ROBBANÓANYAG- ÉS ROBBANÁSVÉDELMI BIZTONSÁGI ELŐÍRÁSOK A RAKTÁROZÁS, VALAMINT A ROBBANÓANYAGIPARI LÉTESÍTMÉNYEK TERVEZÉSÉNÉL ÉS ENGEDÉLYEZTETÉSI ELJÁRÁSÁNÁL

DIÓSZEGI Imre¹

Abstract

In the past few decades, no new explosives factories or warehouses have been built in Hungary. The legal environment for the establishment and expansion of such plants has hardly changed in nearly 40 years, while NATO and the United Nations have developed detailed international guidelines. These recommendations are based on decades of experience and experimentation, and are constantly modernizing theoretical. Due to the downsizing of the domestic explosives industry, the renewal of the legislative environment was not on the agenda. In the planning and licensing phase of new explosives industry investments, international recommendations had to be applied in security issues not regulated by current domestic legislation. This presentation presents a small part of the principles of international recommendations. The guidelines point the way for planning and permitting, but the final design is the result and responsibility of the joint work of professionals and the authority.

Keywords: explosives factories or warehouse, international guidelines.

Összegzés

Az elmúlt néhány évtizedben Magyarországon új robbanóanyagipari üzemek, raktárak nem épültek. Az ilyen jellegű üzemek létesítésének és bővítésének jogi környezete közel 40 éve alig változott, miközben a NATO, az ENSZ részletekbe menő nemzetközi ajánlásokat dolgozott ki. Ezek az ajánlások sok évtizedes tapasztalatokon és kísérletekkel alátámasztott, folyamatosan korszerűsödő elméleti alapokon nyugszik. A hazai robbanóanyagipar leépítése miatt a jogszabályi környezet megújulása nem volt napirenden. Az új robbanóanyagipari beruházások tervezési és engedélyezési fázisában a jelenlegi hazai jogszabályok által nem szabályozott biztonsági kérdésekben alkalmazni kellett a nemzetközi ajánlásokat is. Jelen előadás a nemzetközi ajánlások elveinek kis részét mutatja be. Az ajánlások kijelölik az utat a tervezés és engedélyezés részére, de a végső kialakítás a szakemberek és a hatóság közös munkájának eredménye és egyben felelősége.

Kulcsszavak: robbanóanyagipari üzemek vagy raktárak, nemzetközi ajánlások.

BEVEZETÉS

Jelen időszakban több országban is folyik új robbanóanyag gyártó üzem, létesítmény építése vagy korszerűsítése. Magyarországon a bányászati tevékenység drasztikus csökkentése, a robbanó eszközöket fejlesztő és gyártó hadiipar megszűnte magával hozta a katonai és polgári robbanóanyag gyártás nagyon kis kapacitási igényét. A polgári robbanóanyag gyártással összefüggő hazai jogszabályokban elavultak a műszaki előírások, és – a felügyelő hatóságok folyamatos változása miatt is – a lezsugorodott robbanóanyag iparra vonatkozó jogszabályokat a szakma többszöri kérésére sem lehetett korszerűsíteni. Az utóbbi években felgyorsult robbanóanyagipari beruházások olyan jogszabályi környezetbe kerültek, ami főleg a biztonságot illetően a beruházásokat ellehetetlenítette volna. Az jelenlegi hazai jogalkotási rend nem teszi lehetővé a hazai biztonsági jogszabályok gyors korszerűsítését, átdolgozását. A legfontosabb – mint különösen veszélyes tevékenység miatt – a valós biztonsági szint minél magasabban való

¹ Okleveles Robbantástechnikai szakmérnök. E-mail: diojet@diojet.hu

tartása. Ma már nem engedhető meg a „járulékos veszteség” kategóriába sorolni a robbanóanyagipari üzemekben dolgozó munkásokat. A jelenlegi (2015÷2021 években hatályba lépett) nemzetközi ajánlások a legújabb, vizsgálatokkal, kísérletekkel alátámasztott számítási eljárásokra épülnek, óriási tapasztalati adatbázissal megtámogatva. Több országban a nemzeti jogszabályok vagy meghivatkozzák ezeket a nemzetközi ajánlásokat, vagy beintegrálják a saját jogszabály rendszerükbe.

1. RÖVID TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

Magyarországon az elmúlt közel 40 évben új robbanóanyagipari gyár, üzem az autóipari pirotechnikai eszközök gyártásának kivételével nem épült. Ugyanakkor ezen időszak alatt több évtizedes működés után sok robbanóanyagipari gyár felszámolásra került pl. *Ipari robbanóanyag gyár* (Peremarton), *Bányagyutacs gyár* (Nagytétény), *Bányászati Kutató Intézet* (Tatabánya), *Mechanikai Művek* (Törökbálint), *Borsodi Vegyiművek* (Sajóbáony), *Nitrokémia* (Balatonfüzfő).

Az 1980-as évtől kezdve a robbanóanyagiparhoz kötődő – biztonsági – jogszabályok vagy törlésre kerültek, vagy megváltoztak, „beintegrálódtak” új jogszabályokba. Régebben alapvetően két területre vonatkozott jogszabályi szintű biztonsági előírás. Az egyik a vegyipari tevékenység körébe tartozó gyártás és azzal összefüggő szállítás, tárolás előírásai, a másik a bányászati tevékenységhez tartozó robbantási szállítási és tárolási előírások. A két terület robbanóanyaggal kapcsolatos felügyelete két különböző hatósághoz tartozott (VRF és Bányafelügyelet).

A rendvédelmi szervek (fegyveres testületek) robbanóanyagainak kezelési biztonsági előírásai külön jogszabály tartalmazta és tartalmazza mind a mai napig.

Az utolsó, kizárólag robbanóanyagipari biztonsági szabályzat a „2/1987. (II. 17.) IpM rendelet. a *Robbanóanyagipari Biztonsági Szabályzat közzétételéről*” (RBSZ). 2010-ben összevonásra kerültek az RBSZ és a bányászati ágazati biztonsági előírások és kiadásra került a „13/2010. (III. 4.) KHEM rendelet az *Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról*” (ÁRBSZ).

Az ÁRBSZ összevonva tartalmazza a robbanóanyagipari és robbantási munkák biztonsági előírásait úgy, hogy a felügyelő hatóság már csak kizárólag a bányafelügyelet lett (Bányászati Hivatal, Bányakapitányságok, illetve 2022-től az SzTFH, mint új hivatal a Kormányhivatalokkal karöltve).

A robbanóanyag kezelésére, gyártására régóta a legtöbb országban megalkották a nemzeti jogszabályokat, de ezek sok esetben eltérő elvekkel és számítási módszerekkel rendelkeztek.

A NATO, mint katonai szövetség szinte minden tekintetben egységes szabályzásokon alapult, így többek között a robbanóanyag kezelése és tárolása területén is. A mérés-technika fejlődése és az elvégzett nagyszámú kísérleti robbantások eredményeként a robbanásvédelemhez szükséges elméleti összefüggések folyamatosan változtak, - és napjainkban is változik - egyre jobban leírják a valóságos folyamatokat. Ennek eredményeként születtek meg az alapvetően

katonai robbanóeszközök tárolásához és gyártáshoz szükséges biztonsági előírások (AASTP-1, AASTP-3, AASTP-5, melyek összesen 665 oldalnyi terjedelműek).

A robbanóanyag szállítására (közút, vízi és légi szállítás) ma már egységes nemzetközi előírások vonatkoznak. A robbanóanyagok kezelésére, tárolására, gyártására és azzal összefüggő tevékenységekre az ezredforduló után megalkottak egységes ajánlásokat, mint például az ENSZ *International Ammunition Technical Guideline* (IATG, mely 1324 oldal terjedelmű) kiadványa, amely szorosan kapcsolódik az ADR előírásaihoz.

Felvetődik az a kérdés, hogy a katonai robbanóanyagok, lőszeres tárolására és gyártására vonatkozó ajánlások hogyan kapcsolódnak az ipari robbanóanyagok tárolásához, gyártásához.

A válasz nagyon egyszerű. A katonai robbanóanyag és robbanó eszközök csak abban különböznek a polgári robbanóanyagoktól, hogy rendszerint rendelkeznek repeszhatással (pl. töltetburkolatuk fém) és sok esetben rendelkeznek beépített gyújtószerkezettel, ezért szigorúbb biztonsági előírásokat dolgoztak ki, mint ami a polgári robbanóanyagokhoz szükséges.

A közös a katonai és ipari robbanóanyag gyártásban az, hogy az alapanyagok veszélyessége közel azonos, a gyártástechnológia azonos, a gyártást minden esetben polgári, gazdálkodó cégek végzik, nem katonai szervezeti felépítésben. Jelen előadás a címben jelzett biztonsági előírásoknak csak töredékét tudja bemutatni.

2. ROBBANÓANYAGIPARI LÉTESÍTMÉNY

A robbanóanyagipari létesítmények nem katonai objektumok, hanem polgári szervezetek által létesített és gazdálkodás céljából üzemeltetett építmények halmaza. A robbanóanyagipari létesítmények alapvetően vegyipari technológiának adnak helyet, melyben robbanóanyagipari tevékenység folyik.

„Robbanóanyag-ipari tevékenységnek tekintendő a robbanóanyag vagy a robbanóanyagot tartalmazó termék gyártása és az azzal összefüggő:

- kutatási, kísérleti munka,
- előállítás, feldolgozás,
- átdolgozás, továbbfeldolgozás,
- szerelés, szétszerelés, visszaszerelés,
- válogatás, csomagolás,
- vizsgálat, ellenőrzés,
- veszélytelenítés, megsemmisítés,
- gyártó által végzett tárolás (raktározás),
- anyagmozgatás, gyártó által végzett vagy végeztetett szállítás,
- és egyéb (pl. üzemeltetési, felügyeleti) tevékenység.”²

² 2/1987. (II. 17.) IpM rendelet ROBBANÓANYAG-IPARI BIZTONSÁGI SZABÁLYZAT, melynek ezen meghatározása 2010-ben hatályát veszítette, új jogszabályba nem került átültetésre.

2.1. A robbanóanyagipari létesítmény főbb részei

A robbanóanyagipari létesítmény magába foglalja:

- a létesítmény raktárait, tároló helységeit,
- a létesítmény kerítésein belüli vasút és úthálózatát,
- az egyes építményeket védő védelmi szerkezeteket és építményeket (védősánc, védőfal, természetes akadályok stb.)
- a robbanóanyag/robbanó eszközt gyártó épületeket,
- a robbanóanyagot nem tartalmazó, alapvetően kiszolgáló épületek (pl. műhelyek)
- a gyártáshoz szükséges víz- és közmű hálózatot
- a gyártás üzemzavara esetén a szükséges tartalék (elektromos, gáz, vagy víz) közmű ellátó berendezéseket és épületeit
- tűzvédelmi infrastruktúrát
- technológiai irányító/vezérlő építményeket
- irodai épületeket
- higiéniai épületeket (fürdők, WC-k, öltözők stb.)
- parkolókat,
- beléptető építményeket

A robbanóanyagipari létesítmények alapvetően veszélyes üzemeknek számítanak. Veszélyes üzemek esetén azok létesítése és működtetése során szigorú biztonsági előírásoknak kell megfelelni.

2.2. A robbanóanyagipari létesítmény veszélyforrásai

A robbanóanyagipari létesítmény működése során három főbb veszélyforrással rendelkezik:

- a.) A robbanóanyag jelenlétéből adódó robbanásveszély,
- b.) A robbanóanyagok közül sok típus, mérgező, környezetre veszélyes vegyi anyag kijutása a környezetbe
- c.) A b.) pont aszerinti veszélyforrás fennállása esetén a létesítmény személyzetének egészségét veszélyeztető expozíció létrejöttének kockázata.

A következőkben az AASTP-1, az IATG és a DESR 6055.09 NATO és nemzetközi ajánlások elvei mentén kerülnek elemzésre a robbanásvédelem egyes biztonsági kérdései.

2.2.1 A robbanásveszély (és esetleg bekövetkező robbanás) veszélyeztető tényezői

A nem szándékolt robbanás legfontosabb veszélyeztető tényezői:

a.) A robbanási *léglökés hatása*:

- a robbanás helyszínének közvetlen környezetére (pl. a robbanás hatása az epicentrumot körülvevő helyiségekre),
- a létesítményen belüli gyárói építményekre,

- létesítményen belüli robbanóanyag tárolókra és raktárakra,
- létesítményen belüli robbanóanyagot nem tartalmazó kiszolgáló építményekre, (pl. műhelyek raktárak, szaniter épületek)
- a létesítmény földfeletti infrastruktúrájára (pl. villamos vezetékek, belső úthálózat, energiaellátó objektumok, vészhelyzeti energiaellátó építmények stb.),
- a létesítmény iroda épületeire,
- a létesítményen kívüli közútra, vízi útra, vasútra, katonai utakra
- létesítmények kívüli gazdasági építményekre, üzemekre,
- létesítményen belüli, vagy kívüli emberek, vagy közösség által használt építményekre (pl. lakóház, iskola, sportpálya, templom, közösségi épület stb.)
- különösen érzékeny, vagy kiemelt fontosságú objektumokra, építményekre (pl. műemlék, híd stb.)
- a létesítmény területén építményeken kívül tartózkodó személyekre

b.) A robbanás *szeizmikus hatása*:

- a létesítményen belüli gyári építményekre,
- létesítményen belüli robbanóanyag tárolókra és raktárakra,
- létesítményen belüli robbanóanyagot nem tartalmazó kiszolgáló építményekre, (pl. műhelyek raktárak, szaniter épületek)
- a létesítmény földfelszín alatti infrastruktúrájára (pl. villamos vezetékek, csővezetékek stb.),
- a létesítmény iroda épületeire,
- a létesítményen kívüli közútra, vízi útra, vasútra
- létesítmények kívüli gazdasági építményekre, üzemekre,
- létesítményen belüli, vagy kívüli emberek, vagy közösség által használt építményekre (pl. lakóház, iskola, sportpálya, templom, közösségi épület stb.)
- különösen érzékeny, vagy kiemelt fontosságú objektumokra, építményekre (pl. műemlék, híd stb.)

c.) A robbanás *repszhatása*:

ca) az *elsődleges repeszek* (fragment) amelyek robbanóanyagot körülvevő szilárd burkolatból keletkeznek a robbanás során, és amelyek kinetikus energiája veszélyeztetik:

- a létesítményen belüli gyári építményeket,
- létesítményen belüli robbanóanyag tárolókat és raktárakat,
- létesítményen belüli robbanóanyagot nem tartalmazó kiszolgáló építményeket, (pl. műhelyeket raktárakat, szaniter épületeket)
- a létesítmény földfelszín feletti infrastruktúráját (pl. villamos- és csővezetékeket stb.),
- a létesítmény iroda épületeit,
- a létesítményen kívüli közutat, vízi utat, vasutat

- létesítmények kívüli gazdasági építményeket, üzemeket,
 - létesítményen belüli, vagy kívüli emberek, vagy közösség által használt építményeket (pl. lakóház, iskola, sportpálya, templom, közösségi épület stb.)
 - különösen érzékeny, vagy kiemelt fontosságú objektumokat, építményeket (pl. műemlék, híd stb.)
 - a létesítmény területén építményeken kívül tartózkodó személyeket
- cb) a **másodlagos repeszek, törmelékek** (debris) amelyek robbanóanyagot körülvevő építményből, berendezésekből, szerkezeti elemekből keletkeznek a robbanás során, és amelyek kinetikus energiája veszélyeztetik:
- a robbanás helyszínének közvetlen környezetét (pl. a robbanás hatása az epicentrumot körülvevő helyiségekre),
 - a létesítményen belüli gyári építményekre,
 - létesítményen belüli robbanóanyag tárolókra és raktárakra,
 - létesítményen belüli robbanóanyagot nem tartalmazó kiszolgáló építményekre, (pl. műhelyek raktárak, szaniter épületek)
 - a létesítmény földfeletti infrastruktúrájára (pl. villamos vezetékek, belső úthálózat, energiaellátó objektumok, vészhelyzeti energiaellátó építmények stb.),
 - a létesítmény iroda épületeire,
 - a létesítményen kívüli közútra, vízi útra, vasútra, katonai utakra
 - létesítmények kívüli gazdasági építményekre, üzemekre,
 - létesítményen belüli, vagy kívüli emberek, vagy közösség által használt építményekre (pl. lakóház, iskola, sportpálya, templom, közösségi épület stb.)
 - különösen érzékeny, vagy kiemelt fontosságú objektumokra, építményekre (pl. műemlék, híd stb.)
 - a létesítmény területén építményeken kívül tartózkodó személyekre

d.) A robbanás **léglökés okozta egészség károsító hatása**

Külön vizsgálni kell a lehetséges léglökés hatását az egészség károsodás tekintetében.

Az építményekre és objektumokra megengedett léglökés értéke eltér az egészségkárosító léglökési paraméterektől.

2.2.2 A robbanóanyagok toxikus hatása

Jelen előadás nem terjed ki a robbanóanyagok toxikus hatásaira és az azzal összefüggő biztonsági követelményekre.

3. A ROBBANÓANYAGOK VESZÉLYESSÉGI BESOROLÁSA LÉGLÖKÉS ÉS REPEZSHATÁS ALAPJÁN

A nemzetközi ajánlások egyértelműen az ADR szerinti veszélyességi osztályba sorolást alapul véve adják meg a robbanóanyag és a robbanóanyagot tartalmazó helyiség veszélyességi besorolását (HD). A biztonsági távolságok meghatározásához Az ADR-től eltérően részletesebb besorolást dolgoztak ki, az adott robbanóanyag vagy robbanó anyagot tartalmazó tárgy (továbbiakban csak robbanóanyag megnevezéssel) besorolására. A repeszhatás jobb modellezésére külön osztályozási csoportot hoztak létre (SG). Az adott robbanó tárgyban levő robbanó anyag TNT egyenértékű tömegét **NEQ** (Netto Explosive Quantity), vagy **NEWQ** (Netto Explosive Weight Quantity) rövidítéssel jelölik.

3.1. **Robbanóanyag veszélyességi besorolása** (*Hazard Division, HD és Storage Subdivision, SsD*)

3.1.1. **HD 1.1** Tömegrobbanásra képes robbanóanyag

3.1.2. **HD 1.2** Tömegrobbanásra nem képes kivetéssel járó (pl. repeszhatású) robbanóanyag

SsD HD 1.2.1 Olyan robbanóanyag, amelyben az egyes robbanó testben **0,136 kg**-nál több NEQ-t tartalmaz. (pl. 81 mm-es aknagránát)

SsD HD 1.2.2 Olyan robbanóanyag, amelyben az egyes robbanó testben *nem több mint 0,136 kg* NEQ található

SsD HD 1.2.3 Olyan robbanóanyag, amely csekély mértékű robbanást hoznak létre a szomszédos töltet felrobbanásakor, vagy az égetési tesztnél legfeljebb égési reakciót mutatnak.

3.1.3 **HD 1.3** Tömegrobbanásra nem képes robbanóanyagok, amelyek tűzveszélyesek és kismértékű robbanásra képesek, vagy kisebb kivetési veszélyt jelentenek, vagy mindkettőt.

SsD HD 1.3.1 Olyan robbanóanyagok, amely jelentős hősugárzást tudnak produkálni, vagy a robbanási hatása ezen kategórián belül nagyobb.

SsD HD 1.3.1 Olyan robbanóanyagok, amely kevésbé veszélyesek és csak szórványosan égnak.

3.1.4 **HD 1.4** Tömegrobbanásra nem képes, veszélytelen hatású robbanóanyag

3.1.5 **HD 1.5** Tömegrobbanásra képes robbanóanyag, de külső behatásra nagyon érzéketlen

3.1.6 **HD 1.6** Tömegrobbanásra nem képes robbanóanyag, és külső behatás extrém érzéketlen

3.2 **SG Érzékenységi csoport** (*Sensitivity Group, AASTP-3*)

A HD 1.1 és HD 1.2 besorolású robbanóanyagok rendelkeznek *elsődleges repeszképzéssel*. Az SG1 és SG3 és SG4 kategóriába eső robbanóanyagok biztonsági távolságának meghatározásánál külön számítási eljárást is el kell végezni, amely a repeszbiztonsági távolságot fogja meghatározni.

SG1 Robusztus lőszer (robust) 3 feltétel valamelyike esetén

SG2 Nem robusztus lőszer (non-robust)

SG3 Repeszhatású

SG4 CBU bombák

SG5 Robbanásátadásra érzékeny (SD), de alapvetően nem repeszképző

Az SG1 és SG3 és SG4 kategóriába eső robbanóanyagok biztonsági távolságának meghatározásánál külön számítási eljárást is el kell végezni, amely a repeszbiztonsági távolságot fogja meghatározni. Az adott robbanóanyagra a biztonsági távolság az lesz, amely a léglökés biztonsági távolság és a repesz biztonsági távolság közül a nagyobb.

4. A ROBBANÓANYAGOK NEQ ÉRTÉKE VEGETES HD BESOROLÁSÚ ANYAGOK ESETÉBEN

Nagyon fontos tudni, hogy egy adott robbanóanyag milyen HD besorolású, mert vegetes tárolás, vagy gyártás során az egy légtérben levő robbanóanyag mennyiség mekkora biztonsági távolságot követel meg a létesítmény más objektumaitól.

A **HD 1.4** besorolású robbanóanyag raktározási mennyiségének van felső korlátos mennyisége (legtöbb esetben a legmagasabb érték), de vegetes HD besorolású robbanóanyag összesített NEQ számításánál nem kell figyelembe venni.

Az AASTP-1 táblázata a vegetes tárolás esetére:

| HD / SsD | 1.1 | 1.2.1 | 1.2.2 | 1.2.3 | 1.3.1 | 1.3.2 | 1.4 | 1.5 | 1.6 |
|----------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|
| 1.1 | 1.1 | 1) | 1) | 1) | 1.1 | 1.1 | 3) | 1.1 | 1.1 |
| 1.2.1 | 1) | 1.2.1 | 2) | 2) | 2), 6) | 2), 6) | 3) | 1) | 4) |
| 1.2.2 | 1) | 2) | 1.2.2 | 2) | 2), 6) | 2), 6) | 3) | 1) | 4) |
| 1.2.3 | 1) | 2) | 2) | 1.2.3 | 2) | 2) | 3) | 1) | 4) |
| 1.3.1 | 1.1 | 2), 6) | 2), 6) | 2) | 1.3.1 | 5) | 3) | 1.1 | 4) |
| 1.3.2 | 1.1 | 2), 6) | 2), 6) | 2) | 5) | 1.3.2 | 3) | 1.1 | 4) |
| 1.4 | 3) | 3) | 3) | 3) | 3) | 3) | 1.4 | 3) | 3) |
| 1.5 | 1.1 | 1) | 1) | 1) | 1.1 | 1.1 | 3) | 1.1 | 1.1 |
| 1.6 | 1.1 | 4) | 4) | 4) | 4) | 4) | 3) | 1.1 | 1.6 |

1. táblázat: Felszíni tárolás – Veszélyességi osztályok és tárolási alcsoportok előírásai vegetes tároláskor³

A 3.1 pontban felsorolt HD besorolású robbanóanyagok vegetes tárolásakor, vagy a gyártás során az egyes helyiségben jelen levő mennyiségüktől függ a szükséges minimális biztonsági távolságok értéke. AZ AASTP-1 és az IATG tartalmazza – megjegyzések közzé rejtve – a

³ A táblázat fehér celláiban levő számok az összesítés számításai eljárásainak hivatkozási számai. (pl. a 3) azt jelzi, hogy az HD 1.4 mennyiségét nem kell figyelembe venni). A zölddel jelölt cellák azt mutatják, hogy adott vegetes tárolás esetén a az összes robbanóanyag tartalom milyen veszélyességi besorolásként kell kezelni (pl. ha együtt tárolnak HD 1.5 és HD 1.6 robbanóanyagokat, akkor azokat HD 1.1-ként kell kezelni)

számítási metodikát, de a DESR 6055.09 (Defence Explosive Safety Regulation) V1.E7.2.3. pontja „csokorba szedve” részletes meghatározza a számítás módját. A DEDR 6055.09 azt is megadja hogyan kell összesíteni akkor, ha nem két, hanem többféle HD besorolású robbanóanyag van egy légtérben.

Robbanásfizikai okai vannak annak, hogy ha egy HD 1.1 robbanóanyaggal egy légtérben HD 1.3 (pl. lőpor), vagy HD 1.6 (extrém érzéketlen anyag van, akkor azok robbanóanyag tömegét HD 1.1-nek kell tekinteni. A tervezés során a fentiekből következően – ha van rá mód – kerülni kell azon anyagok együttes tárolását, vagy jelenlétét, amelyeket az eredeti más veszélyességi besorolásuk helyett HD 1.1-ként kell figyelembe venni.

5. „BARIKÁD”, MINT VÉDŐ OBJEKTUM, SZERKEZET

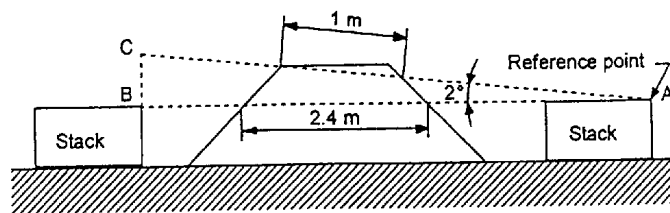
Fontos tényező a “Barikád” fogalma, amely egy gyűjtő fogalom, nagyon sokféle kialakításban (ebbe tartozik a védősánc és a védőfal is).

Kísérletekkel bizonyították, hogy a Barikád alapvető funkciója az felrobbanó építményből, vagy szabadtéri rakatból alacsony szögben kirepülő repeszek és törmelékek elleni védelem.

A barikád a léglökéstől a barikád mögött csak max. 50 m távolsáig véd kis mértékben, a lökőhullám a barikádot megkerülve – a felrobbanó mennyiségtől függően – 150-250 m távolságra ugyanolyan robbanási paraméterekkel rendelkezik, mintha nem is lett volna barikád.

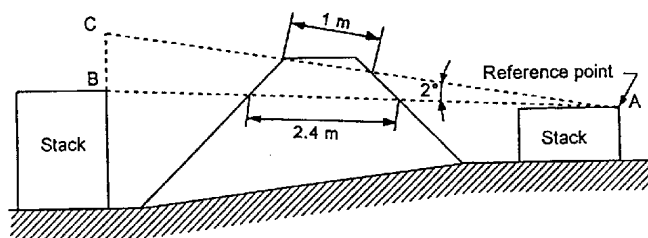
A nemzetközi ajánlások nem preferálják a védőfalat, az sosem lesz egyenértű a védősáncsal, és max. 50 kg NEQ-ig tekintik barikádnak, mert habár a repeszfogó képessége megfelelő, de a léglökés terhelését nagyobb robbanóanyag mennyiség felrobbanása esetén nem viseli el.

Kísérletekkel alátámasztva a nemzetközi ajánlások szerint 10–12 tonna NEQ-ig a repeszhatás a fő veszélyforrás, fölötté pedig a léglökés.

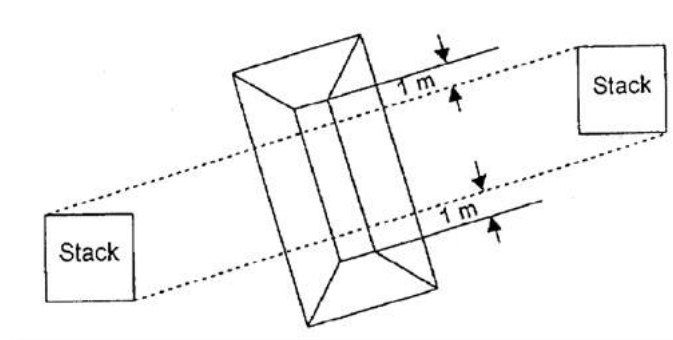


1. ábra: Barikádmagasság meghatározása sík terepen (forrás: AASTP-1)

A barikád magassága a PES mellett nem az építmény párkánymagassághoz, hanem a robbanóanyag rakatmagasságához van viszonyítva.



2. ábra: Barikádmagasság meghatározása lejtős terepen (forrás: AASTP-1)



3. ábra: A barikád hossz meghatározása (forrás: AASTP-1)

A barikád magasságát az „AB vonal” és az „AC vonal” a „2°-os szabály” határozza meg

6. A FELROBBANÓ ÉS A VÉDENDŐ ÉPÍTMÉNYEK, OBJEKTUMOK TÍPUSAI

A nemzetközi ajánlás és a NATO AASTP-1 azonos módon, egységes értelmezésben kezeli a felrobbanó és védendő építmények típusait. A biztonsági távolságok (zónák) meghatározásánál mindig adva van a felrobbanó helyszín (építmény vagy tér) amelyet **PES** rövidítéssel (Potential Explosion Site) és a védendő objektum, vagy tér, amelyet **ES** rövidítéssel (Exposed Site) jelölnek.

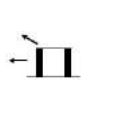
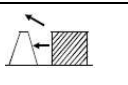
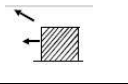
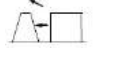
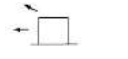
Ha pl. van két robbanóanyagot tartalmazó építmény, akkor az első felrobbanó építmény körüli biztonsági távolság számításánál az első építmény lesz a PES, a második építmény lesz az ES. A második építménytől számolt biztonsági távolságnál a második építmény lesz a PES és az első az ES. Ha két építmény eltérő szerkezetű a két biztonsági távolság valószínűleg nem lesz azonos, így a valódi biztonsági távolság a két érték közül nagyobb lesz.

6.1. PES típusai és jelölésük

A felrobbanás oldaláról nézve az épület/objektum szerkezetek alapvetően 4 csoportba vannak osztva:

- földel borított acél, vagy vasbeton szerkezetek
- vastagfalú erős szerkezetek
- normál szerkezetek
- könnyűszerkezetek

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | | Földel borított építmény (ECM), a nyilak az ES irányába mutatnak oldal, elöl és hátul verzióban |
| | Nem éghető szerkezetű épület 450 mm névleges vasbeton falakkal (vagy 680 mm téglával vagy azzal egyenértékű) és 150 mm vasbeton védőtetővel, megfelelő alátámasztással. | | |
| | Nem éghető szerkezetű épület 450 mm névleges vasbeton falakkal (vagy 680 mm téglával vagy azzal egyenértékű) és 150 mm vasbeton védőtetővel, megfelelő alátámasztással. Az ajtó vagy más nagyméretű nyílászáró felület az ES felé néz | | |

| | |
|---|---|
|  | Nem éghető szerkezetű épület 450 mm névleges vasbeton falakkal (vagy 680 mm téglával egyenértékű) védőtető nélkül. (megj.: kifúvó födém kialakítás) |
|  | Az épület 215 mm-es téglával (vagy azzal egyenértékű) falakkal és 150 mm-es vasbeton védőtetővel, megfelelő alátámasztással, barikáddal. |
|  | Az épület 215 mm-es téglával (vagy azzal egyenértékű) falakkal és 150 mm-es vasbeton védőtetővel, megfelelő alátámasztással, barikád nélkül. |
|  | Szabadtéri rakat vagy könnyű szerkezetű épület, barikáddal védve. |
|  | Szabadtéri rakat vagy könnyű szerkezetű épület, barikád. |

2. táblázat: A PES típusai (10 típus) (IATG alapján szerkesztette a szerző)






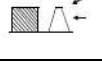


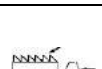
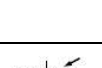






A kialakításuk jelentősen eltér az ÁRBSZ szerinti építményektől:

- Nincs kifejezetten kifúvó fal vagy kifúvó födém és arra vonatkozó szerkezeti előírások.
- Az ÁRBSZ nem ismeri a földdel borított építményt.
- Fal vonatkozásában az ÁRBSZ nem ismeri a téglafalat
- Az ÁRBSZ falvastagságra nem ad előírást
- A legtöbb esetben a PES építmények vasbeton védőtetővel rendelkeznek, emiatt a „terelőfalak” nem nyúlnak túl a tető síkján, amit az ÁRBSZ kötelezően előír.

6.2. ES típusai és jelölésük

A biztonsági távolságok meghatározásánál nem csak az építmény típusa, hanem az egyes építmények elhelyezkedése a PES felől, illetve rendelkezik-e az ES a PES felől barikáddal.

| | Jele | Típusa |
|---|---|---|
| 1 |  | Földdel borított 7 bar-os NATO szabványos építmény (ECM), a lökeshullám hátulról terheli |
| 2 |  | Földdel borított 7 bar-os NATO szabványos építmény (ECM), a lökeshullám oldalról terheli |
| 3 |  | Földdel borított 7 bar-os NATO szabványos építmény (ECM), a lökeshullám a szemből terheli |
| 4 |  | Földdel borított 3 bar-os NATO szabványos építmény (ECM), a lökeshullám hátulról terheli |
| 5 |  | Földdel borított 3 bar-os NATO szabványos építmény (ECM), a lökeshullám oldalról terheli |
| 6 |  | Földdel borított 3 bar-os NATO szabványos építmény (ECM), a lökeshullám a szemből terheli |
| 7 |  | Földdel borított építmény (ECM), a lökeshullám hátulról terheli |
| 8 |  | Földdel borított építmény (ECM), a lökeshullám oldalról terheli |
| 9 |  | Földdel borított építmény (ECM), a lökeshullám a szemből terheli barikád nélkül |

| | | |
|----|---|--|
| 10 |  | Földdel borított építmény (ECM), a lökéshullám a szemből terheli barikáddal |
| 11 |  | Nem éghető szerkezetű épület névleges 450 mm vasbeton (680 mm téglavagy azzal egyenértékű) falakkal és 150 mm vasbeton védőtetővel |
| 12 |  | Nem éghető szerkezetű épület névleges 450 mm vasbeton (680 mm téglavagy azzal egyenértékű) falakkal és 150 mm védőtető nélkül |
| 13 |  | Szabadtéri rakat vagy könnyű szerkezetű építmény, teherautó, vagy teherkonténer barikáddal. |
| 14 |  | Szabadtéri rakat vagy könnyű szerkezetű építmény, teherautó, vagy teherkonténer barikád nélkül. |
| 15 |  | Az épület 215 mm-es téglavagy azzal egyenértékű falakkal és 150 mm-es vasbeton védőtető megfelelő alátámasztással, barikáddal védett. |
| 16 |  | Az épület 215 mm-es téglavagy azzal egyenértékű falakkal és 150 mm-es vasbeton védőtető megfelelő alátámasztással, barikáddal védett. |
| 17 |  | APB (ammunition process building) Gyártó üzem 150 mm-es vasbeton védőtető megfelelő alátámasztással, barikáddal védett. |
| 18 |  | APB (ammunition process building) Gyártó üzem, 150 mm-es vasbeton védőtető megfelelő alátámasztással, barikáddal védett. |
| 19 |  | APB (ammunition process building) Gyártó üzem, 150 mm-es vasbeton védőtetővel vagy anélkül |
| 20 |  | PTR (public traffic route) <i>Nagyon alacsony forgalmú</i> közutak, vízi utak, vasutak, szabadidős létesítmények |
| 21 |  | PTR (public traffic route) <i>Alacsony forgalmú</i> közutak, vízi utak, vasutak, szabadidős létesítmények |
| 22 |  | PTR (public traffic route) <i>Közepes forgalmú</i> közutak, vízi utak, vasutak, szabadidős létesítmények |
| 23 |  | PTR (public traffic route) <i>Sűrű forgalmú</i> közutak, vízi utak, vasutak, szabadidős létesítmények |
| 24 |  | IB (inhabited building) Lakott épületek, templom, iskola, üzletház, mozi stb. |
| 25 |  | VB (vulnerably building) Sérülékeny, érzékeny épületek (műemlék, kórház, nagy üvegfelületű magas építmények) |
| 26 | Iroda | Iroda, nem robbanóanyag-műhely, étkezde <i>kevesebb mint 20 fővel</i> , akik közvetlenül kapcsolódnak a robbanóanyag-feladathoz, támogató szerepkörben |
| 27 | Iroda | Iroda, nem robbanóanyag-műhely, étkezde <i>több mint 20 fővel</i> , akik közvetlenül kapcsolódnak a robbanóanyag-feladathoz, támogató szerepkörben |
| 28 | Villamos hálózat | Főhálózat |

| | | |
|----|--|---|
| 29 | Villamos hálózat | Közepes hálózat |
| 30 | Villamos hálózat | Alhálózat |
| 31 | Bevédett, vagy földalatti | Olaj, benzin, kenőanyag létesítmény, tároló, csővezeték |
| 32 | Nem bevédett, föld feletti és létfontosságú | |
| 33 | Nem bevédett, föld feletti, nem létfontosságú | |
| 34 | Kis mennyiség, kevesebb mint 100 dm ³ | |

3. táblázat: Az ES típusai (IATG alapján szerkesztette a szerző)

7. BIZTONSÁGI TÁVOLSÁGOK MEGHATÁROZÁSA

A létesítményre vonatkozó biztonsági távolságok meghatározása alapvető feladat, melyet a robbanásvédelmi dokumentációban rögzíteni kell. A biztonsági távolság az a távolság, amely minden egyes PES és minden egyes ES építmény, objektum közötti legkisebb telepítési távolság. Minden PES-re ki kell számolni, minden ES-től való biztonsági távolságot.

Akkor biztonságos egy létesítmény, ha minden egyes építmény, objektum a rá vonatkozó biztonsági távolságokra, vagy attól nagyobb távolságokra telepítik. A tervezésnél, ha ES objektumok, amelyek a tervezés, vagy telepítés kezdetén már nem mozgathatók, helyezhetők át (pl. PTR, VB), a PES építményeket kell tervezés szintjén áthelyezni.

A biztonsági távolságokat az alábbi szempontok figyelembevételével kell meghatározni:

- a.) léglökés hatása az objektumok terhelése alapján,
- b.) repeszhatás szempontjából,
- c.) léglökés hatása egészségvédelmi szempontból,
- d.) szeizmikus hatás szempontjából,
- e.) technológia biztonság szempontjából,

Az a.) és b.) szempont szerinti biztonsági távolság meghatározása elengedhetetlen a c.) és d.) szempont szerinti biztonsági távolság általában kisebb, mint az a.) és b.) pontok szerinti, de a szakértőknek le kell ellenőrizni azon PES-ES biztonsági távolságokat, ahol fennáll a nagyobb biztonsági távolság lehetősége. Azon technológiai sorok, amelyek működését veszélyezteti egy másik technológiai sornál bekövetkező robbanás, a biztonsági távolság nagyobb, mint ami alapvetően vonatkozna rá. Ha pl. két azonos típusú APB épület bármelyikének felrobbanása a másik építményben folyó gyártást veszélyezteti, akkor a két APB építmények közötti biztonsági távolságnak olyannak kell lennie, mintha mindkét építmény IB lenne.

Az AASTP-1 és az IATG mint nemzetközi ajánlások részletesen tartalmazzák a biztonsági távolságok számítási metodikáját. A biztonsági távolság meghatározásának alapját képező robbanási paraméter számításokat napjainkban is folyamatosan változtatják (finomítják) a szakértők, empirikus összefüggések, amelyekhez rendkívül nagyszámú kísérleti robbantásokat végeznek az egyre pontosabb és megbízhatóbb mérés technika segítségével.

KÖVETKEZTETÉSEK

Jelen előadás a címben jelzett biztonsági előírásoknak csak töredékét tudja bemutatni, mert a robbanóanyagipari létesítményre vonatkozó előírások nagyon összetettek, a szakértők, tervezők, gyártástechnológusok és a hatóság összehangolt munkája szükséges ahhoz, hogy a valóban biztonságosnak tekinthető robbanóanyagipari tevékenység végzésének meg legyen teremtve a feltétele. A hatósági engedélyeztetési eljárásban legfontosabb a biztonság minél magasabb szintű megvalósítása, a baleseti kockázat lehető legkisebb értékre való lecsökkentése.

A jelenlegi ÁRBSZ biztonsági távolság számítási metodikája 1970-es évekből származik, a számítások eredménye jelentősen eltér a nemzetközi ajánlások szerinti biztonsági távolságnál. Az ÁRBSZ nem kezeli tudományosan a repeszhatást, szeizmikus hatást az egészségvédelmi korlát miatti biztonsági távolságot, a technológiai biztonsági távolságot.

Az AASTP-1 és ENSZ kiadványú IATG nagyon részletesen tartalmazza a jelenlegi, tudományos eredményeken alapuló biztonsági előírás ajánlást. A nemzetközi ajánlások - az ADR-hez hasonlóan – szakmai kompatibilitást is jelentenek, a különböző országok szakemberei „azonos értelmezéssel” és számításokkal tudják megvalósítani egy robbanóanyagipari létesítményt, vagy raktárakat. Az engedélyezési eljárás során a nemzeti hatóságoknak megnyugtatóbb a vizsgálati eredményeken, korszerű méretezési módszereken alapuló nemzetközi ajánlások elfogadása.

Az AASTP, vagy IATG beágyazása, alkalmazása vagy részeinek beintegrálása magyar jogszabályba jelenleg még nem látható mikorra fog megtörténni.

Hivatkozott irodalom jegyzéke:

- [1] AASTP-1 Nato Guidelines for the Storage of Military Ammunition and Explosives Edition B Version 1 (2015).
- [2] AASTP-3 Manual of Nato Safety Principles for the Hazard Classification of Military Ammunition and Explosives Edition 1 (2009).
- [3] AASTP-5 Nato Guidelines for the Storage, Maintenance and Transport of Ammunition on Deployed Missions or Operations Edition 1 Version 3 (2016).

EXPERIENCE OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT PROCESS WE ARE NOT NATURE'S ENEMY

A KÖRNYEZETI HATÁSVIZSGÁLATI ELJÁRÁSSAL KAPCSOLATOS TAPASZTALATOK KIÉRTÉKELÉSE – MI NEM VAGYUNK A TERMÉSZET ELLENSÉGEI

Jozef RUSKA¹

Abstract

Mining activities and activities carried out in a mining manner are carried out by organizations, on the basis of a decision by the state authority. However, this decision is preceded by the obligation to carry out an environmental impact assessment in accordance with Slovak Act No 24/2006 on environmental impact assessment and, in the case, I have mentioned, to carry out an appropriate assessment of the impact on the NATURA 2000 network area in accordance with Article 6(3) and (4) of Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. The environmental impact assessment process is a demanding process and a careful weighing up of the pros and cons is essential. However, the process must not become a process of proving one party right and condemning the other, in many cases the extractor. It is a process in which experts from all the fields concerned must play the main roles.

Keywords: environmental impact assessment, Natura 2000.

Összegzés

A bányászati tevékenységeket, valamint a bányászati módon végzett tevékenységeket szervezetek végzik, az állami hatóság határozata alapján. Ezt a határozatot azonban megelőzi a környezeti hatásvizsgálati kötelezettség teljesítése a 24/2006 számú, a környezeti hatásvizsgálatról szóló szlovák törvénynek megfelelően, valamint - az általam említett esetben - a természetes élőhelyek, valamint a vadon élő állatok és növények védelméről szóló 92/43/EGK irányelv 6. cikk (3) és (4) bekezdésének értelmében a NATURA 2000 hálózat területére gyakorolt hatás megfelelő vizsgálatának az elvégzése. A környezeti hatásvizsgálati eljárás igényes folyamat, és mindenképpen szükség van az előnyök és hátrányok alapos mérlegelésére. Az eljárás azonban nem válhat az egyik igazát bizonyító és a másik felet - sok esetben a kitermelőt - eközben elmarasztaló folyamattá. Ez egy olyan folyamat, amelyben az összes érintett terület szakértőinek kell a fő szerepeket betöltenie.

Kulcsszavak: környezeti hatásvizsgálat, Natura 2000.

BEVEZETÉS

A környezeti hatásvizsgálati eljárás igényes folyamat. A bányászati tevékenységek, vagy a bányászati módon végzett tevékenységek az utóbbi időkben nem tartoznak a népszerű tevékenységek közé a Szlovák Környezetvédelmi Minisztériummal és a szlovák természetvédelmi szervezetekkel folytatott kommunikáció során. A 460/1992 sz. szlovák törvény, amely a Szlovák Köztársaság Alkotmánya, az első cím, első szakasz, alapvető rendelkezések, 4. cikk, (1) bekezdése kimondja, idézem: „Az ásványkincsek, barlangok, felszín alatti vizek, természetes gyógyforrások és vízfolyások a Szlovák Köztársaság tulajdonát képezik. A Szlovák Köztársaság védi és gyarapítja ezt a gazdagságot, és takarékosan és hatékonyan használja fel ásványkincseit és természeti örökségét polgárai és a jövő nemzedékek javára.” A bányászati tevékenységeket, valamint a bányászati módon végzett tevékenységeket

¹ Carmeuse Slovakia s.r.o., Szlovákiai Robbantó- és Fúrómunkások Társasága - Szlovák Műszaki- és Tudományos Társaságok Szövetsége (ČO ZSVTS). E-mail: jruska@carmeuse.sk.

szervezetek végzik, az állami hatóság határozata alapján. Ezt a határozatot azonban megelőzi a környezeti hatásvizsgálati kötelezettség teljesítése a 24/2006 számú, a környezeti hatásvizsgálatról szóló szlovák törvénynek megfelelően, valamint - az általam említett esetben - a természetes élőhelyek, valamint a vadon élő állatok és növények védelméről szóló 92/43/EGK irányelv 6. cikk (3) és (4) bekezdésének értelmében a NATURA 2000 hálózat területére gyakorolt hatás megfelelő vizsgálatának az elvégzése.



1. ábra: A kőbánya 1954-ben (archív fotó, CA)

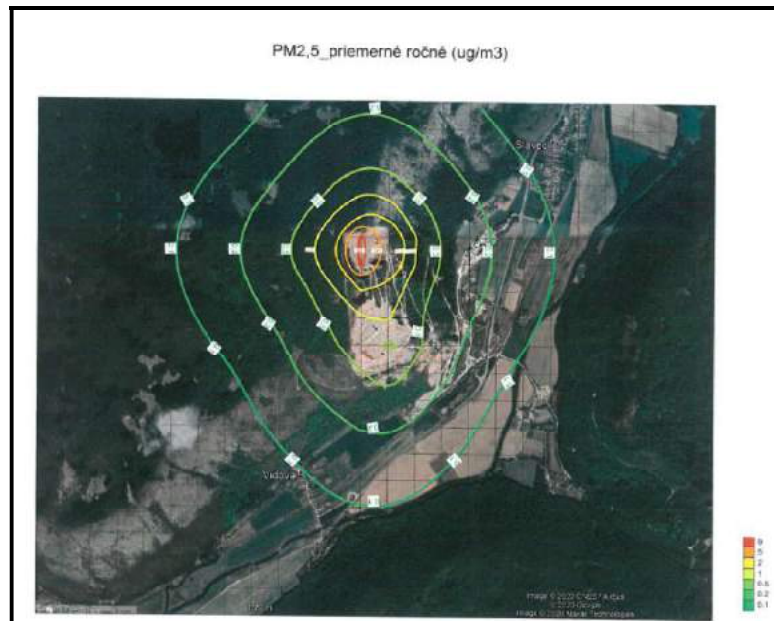
A mi esetünkben ez egy olyan kőbánya, amelynek története a Rimamurány-Salgótarjáni Részvételi Társaság idejére, vagy talán még régebbre nyúlik vissza. Ebben a kőbányában 1902 óta, azaz 121 éve bizonyossággal dokumentálható a mészkőbányászat. 50 évvel ezelőtt, 1973-ban került létrehozásra a Tájvédelmi Terület, 2002-ben pedig a Szlovák Karszt Nemzeti Park, amely követi a bányaterület határát, vagyis nem fedik egymást.

Aztán következett a 2004-es évben a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériumának 2004. július 14-i 3/2004. sz. rendelete, amely tartalmazta a közösségi jelentőségű területek nemzeti listáját, közöttük a 2860 ha kiterjedésű, SKUEV0353 kódjelű Pelsőci fennsík (Plešivecká planina) területét, és amely déli határával érinti a bányaterület határát. És hogy a történet bezáruljon, 2010-ben nyilvánították védetté az SKCHVU027 kódjelű Szlovák Karszt Madárvédelmi Területet (Slovenský Kras chránené vtácie územie), amely 43 860 hektárnyi területet és a kőbánya területét foglalja magában. A teljesség kedvéért azonban még hozzá kell tennem, hogy a bányászati területen van a gombaszögi Leontina barlang is. 2020-ban elkészült egy új, 25 évre szóló kitermelési műszaki üzemi terv (MÚT), és kidolgozták az ezt követő tevékenység tervét. A kérelem alapján a gazdasági minisztérium úgy döntött, hogy eltekint a tervezett tevékenység második változati megoldásának követelményétől.

Elvégzésre került a zajtanulmány, a szórás vizsgálat, valamint a Natura 2000 területre gyakorolt hatások megfelelő kiértékelése is. A zajtanulmány kimutatta, hogy a Szlovák Köztársaság Egészségügyi Minisztériumának 549/2007. sz. rendelete értelmében elbírált akusztikai viszonyok szerint az érdekelt területen a vizsgált tevékenységből - a kizárólagos

mésző lelőhely MŰT-étől - származó zaj a nappali, esti és éjszakai órákban a megengedett értékeket nem lépik túl.

A szórási tanulmány arra a következtetésre jutott, hogy a tervezett tevékenység hozzájárulásai az éves átlagos koncentrációkhoz lényegesen alacsonyabbak, a lakóövezetben pedig szinte elhanyagolhatók, és még kumulatív állapotban a regionális háttérérték figyelembevétele után sem lépik túl az értékeket. A kőbánya forgalmának a hatása az emissziós terhelés tekintetében elhanyagolható.



2. ábra: Szórásvizsgálat - éves átlagértékek (saját felvétel)

A Natura 2000 területre vonatkozó megfelelő értékelés 8 enyhítő intézkedést javasolt, és megállapította, hogy: A műszaki terv megfelelő (ökológiai) irányítás mellett történő megvalósítása - az enyhítő intézkedések elfogadása és betartása mellett - nem lesz jelentős káros hatással az érintett Natura 2000 területek - a Szlovák Karsztvidék Madárvédelmi Területe, a Pelsőci fennsík, a Pelsőci hegyoldalak, a Sajó folyó és Berzétei sziklák (Plešivská planina, Plešivské stráně, Slaná, Brzotínske skaly) európai jelentőségű területek - integritására azok védelmi célkitűzései szempontjából.

A MŰT céljainak a megvalósítása lehetséges. A dokumentáció 2020 novemberében került benyújtásra a Szlovák Környezetvédelmi Minisztériumnak.

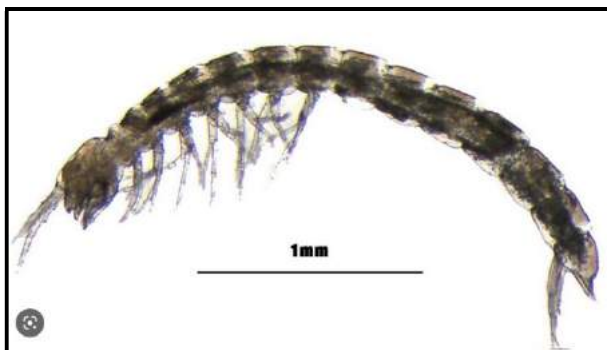
A Szlovák Környezetvédelmi Minisztériumból 2021 márciusában kaptuk meg a tervezett tevékenységre vonatkozó véleményezést. Ez 4 általános és 12 speciális feltételt tartalmazott. A tervezett tevékenység hatásvizsgálata, beleértve a szükséges ornitológiai kutatásokat is, elkészült, és 2021 novemberében elküldésre került a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériumának.

A környezetvédelmi minisztérium 2022.2.21-én véleményezte az értékelő jelentést, és közölte, hogy 8 véleményt kapott, amelyek közül 4 tartalmazott észrevételeket, illetve kiegészítő információk kérését.

1. a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériuma Természetvédelmi és Biodiverzitás szekciója Természet- és Tájvédelmi Osztályának 2022. 02. 02-i véleményezése 21 észrevételt tartalmazott.
2. a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériuma, Geológiai és Természeti Források szekciója, Geológiai osztályának 2022. 01. 12-én kelt véleményezése 4 észrevételt tartalmazott
3. a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériuma Vízügyi szekciójának 2022. 01.04-én kelt véleményezése 8 észrevételt tartalmazott.
4. a Rozsnyói (Rožňava) Járási Hivatal Környezetvédelmi Osztálya Állami Természetvédelmi Igazgatóságának 2022.01.12-én kelt véleményezése 5 észrevételt tartalmazott

Ez azt jelenti, hogy összesen 38 kérést/kommentárt kaptunk. Megemlítem a legfontosabbakat.

A robbantások jelentős mértékű megnövekedése miatt a Gombaszögi barlang, a Leontina-barlang, valamint a Vaddisznó-szakadék (Diviača priepasť) földalatti helyeinek a monitorozása szükséges. Annak ellenére, hogy a megfelelő értékelés mellékletét képezi a "A gombaszögi kőbányában műszaki úton generált szeizmicitásnak a Vaddisznó szakadékra gyakorolt hatásának a értékelése" című szakvélemény, a hivatalban arra a következtetésre jutottak, hogy a mérések nem elégségesek, mivel azokat csak a Vaddisznó szakadék irányában és 834 m távolságban végezték. Mivel a szóban forgó helyszínhez legközelebb (mindössze 490 m-re) lévő szintekről történő robbantások károsíthatják a Vaddisznó- szakadék NP természeti értékeit, különösen a gazdag kémiai díszeket és a földalatti tavakat, amelyekben a 0,65 mm-es *Elaphoidella prosperina* és az 1 mm-es *Bathynella specisemens* stygobiont (felszín alatti vizekben élő) rákfajok vannak jelen. Monitorozásra közvetlenül a Vaddisznó-szakadékban (Diviača priepasť) van szükség.



3. ábra: *Bathynella specisemens*²



4. ábra: *Elaphoidella prosperina*³

² Forrás: <https://www.marinespecies.org/copepoda/aphia.php?p=taxdetails&id=347106>; Letöltés: 2022.07.11.

³ Ua.

Erre a kérésre azt válaszoltuk, hogy az értékelésnél a robbantási munkálatokat a hatályos MŰT-vel összhangban végezték. A robbantási munkálatokat azon a helyen végezték, amely az engedély értelmében a legközelebbi helyen van, azaz a 7.C szinten. A méréseket nem csak a Gombaszögi Leontina-barlangban végezték, hanem a legmagasabb szinten (10.B. szint) és a mérési pont és a Vaddisznó-szakadék (Diviacia priepast') egy síkban volt. A mérési pont 834 m-re volt a robbantás helyszínétől. A 10.B szinten is mért adatok megerősítették, hogy a robbantások elvégzésénél nem haladták meg a szabványban meghatározott értékeket. A Vaddisznó szakadék 734 m távolságra van a bányaterület határától. Ebből következik, hogy a Vaddisznó szakadékot nem érintik a függönyös módszerrel végzett robbantások. Ezzel egyidejűleg kidolgozásra került „A gombaszögi kőbányában műszaki úton generált szeizmicitásnak a Vaddisznó-szakadékra gyakorolt hatásának a értékelése” című szakvéleményt (Kassai Műsz. Egyetem, Bányászati, környezetvédelmi, Irányítási és Geotechnológia Kar - TUKE, BERG). Szerzők: Prof. RNDr. Blažej Pandula, CSc. és doc. Mgr. Julián Kondela, PhD. Ha visszatekintünk a múltba, a bányában 1999-ig kamrás robbantásokat végeztek, amelyek során 25-40 ezer kilogramm robbanóanyagot használtak fel. És a múltban nyilvánvalóan nem keletkeztek károk, különben említést tettek volna róluk a monitorozások során. A függönyös robbantások végrehajtásakor ez legfeljebb 2,5 ezer kg.

A benyújtott MŰT nincs összhangban a kassai régió területrendezési dokumentációjával, amelynek kötelező része az 5. fejezetben –" *A terület rendezésének keretében a környezetvédelem, a természetvédelem, a kulturális emlékek védelme és a földalap védelme érdekében*" – előírja a következőket:

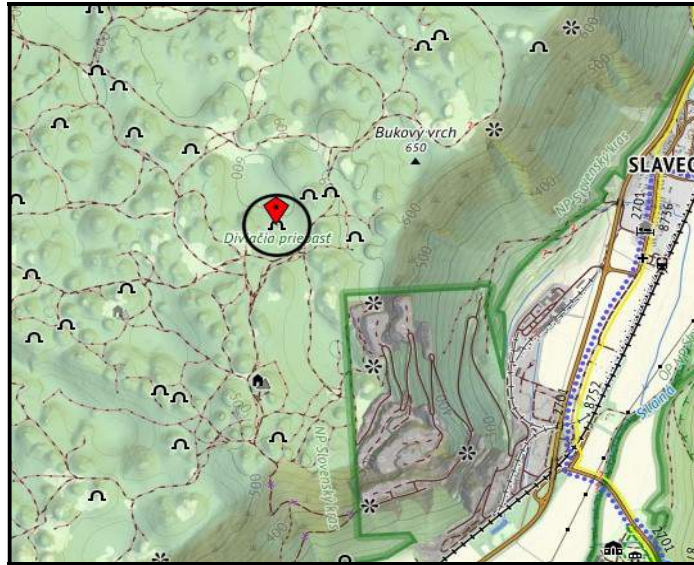
- az 5.13 pontban - A stressztényezők kiküszöbölésének biztosítását a természetvédelmi területeken
- az 5.13.2 pontban - a védett területeken történő ásványkincs-kitermelést fokozatosan meg kell szüntetni, a meglévő kőbányákban a MŰT jóváhagyása csak az érintett terület revitalizációjára és a kitermelés befejezése utáni, tájba illesztésre vonatkozó kötelező érvényű tervvel együtt lehetséges. A fentiek értelmében kérjük, hogy csatolják a Szalóci (Slavec) bányaterület revitalizációjának / rekultivációjának dokumentációját.

A válasz az volt, hogy a Szalóci (Slavec) bányaterületen a MŰT a Szlovák Köztársaságban hatályos jogszabályokkal összhangban készült.

A MŰT tartalmát a 44/88. sz. törvény - bányászati törvény, valamint a bányászati tevékenységről és a robbanóanyagokról szóló 51/1988. sz. törvény írja elő. A revitalizációs és rekultivációs projektet a bányászat befejezését, valamint a fő bányaművelés és a kőbányák felszámolását követően, a hatályos jogszabályoknak megfelelően készítik el. A Szalóci (Slavec) bányaterületen található nagy százalékban mészkövet tartalmazó lelőhely 200 évre elegendő tartalékkal rendelkezik, a tervezett éves termelés pedig körülbelül 1 millió tonna. Ez azt jelenti,

hogy a jelenlegi jogszabályok szerinti rekultivációs terv készítésének kötelezettsége legkorábban 2024-ben esedékes. Ennek ellenére a Carmeuse elkészítette a rekultivációs terv tervezetét, amelynek végrehajtása a tervek szerint a bányászat előrehaladásával párhuzamosan folyamatos lesz, és amelyet kiegészítésként is benyújtott.

A tervezett tevékenység jelentős hatással lesz a Pelsőci fennsík (Plešivská planina) déli részének tájjellegére, és jelentős beavatkozást jelent a Szlovák Karszt Nemzeti Park területére. A teljes MŰT-t aránytalanul hosszú, 25 éves időtartamra tervezik, amely alatt a terület természeti és ökológiai viszonyai jelentősen megváltozhatnak.



5. ábra: A bánya és a NP határa, zöld színű vonallal jelölve⁴

Itt egyértelműen tiltakoznunk kellett a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériumának állítása ellen. Mivel a tervezett tevékenység nem okoz semmilyen beavatkozást a Szlovák Karszt Nemzeti Park területén, és mivel a bányaterület nem a nemzeti park területén található.

Az állami bányafelügyelet már a nemzeti park létrehozásakor követelte a kizárólagos ásványlelőhely védelmét, ezért a nemzeti park határait a bányászati területen kívül határozták meg.

A tervezett tevékenység még csak nem is érinti a bányaterület határát.

Az MŰT normál hosszúságú időszakra lett kidolgozva. A Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériuma által jóváhagyott kizárólagos lelőhely ásványtartalékai 200 évre szólnak. A tervezett tevékenység keretében nem kerül sor új földterületek feltárására, erdőirtásra vagy termőföld elszállítására, mivel ezeket a tevékenységeket már korábban is engedélyezték és végrehajtották. A tervezett tevékenység nem változtatja meg a területfelhasználást és nem növeli a területfoglalást. A bányászatot a fenntartott ásványkincs kijelölt bányászati területén végzik. A tervezett tevékenység nem lépi át a bányászati terület

⁴ A kép a bánya tulajdona.

határait, és folytatása a lelőhely ésszerű felhasználásához kapcsolódik, összhangban a Szlovák Köztársaság hatályos jogszabályaival.

A 15.4. sz. alfejezetben a „*Talajminőség állapota*” - egyáltalán nincs leírva.

Az észrevételt elfogadtuk, és az MÜT-t kiegészítettük a talajminőség kiértékelésével.

Válaszunkban a következőket tüntettük fel:

A legsúlyosabb talajromlást a talajok nehézfémekkel és szerves szennyező anyagokkal való szennyezése, a talajok savasodása, lúgosodása és szikesedése jelenti. A talajok monitorozását a Talajtani és Talajvédelmi Kutatóintézet végzi. Az intézet azokra az elemekre összpontosít, amelyek mind a bióta, mind az emberi egészség szempontjából kockázatosak. A mezőgazdasági talajban található kockázatot jelentő elemek határértékeit az As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn, F elemekre vonatkozóan a mezőgazdasági földek védelméről és használatáról szóló 220/2004 sz. szlovák törvény 2. melléklete tartalmazza. A Rozsnyói (Rožňava) járás, különösen annak északi és középső része, azon területek közé tartozik, ahol a talajok veszélyes elemekkel való szennyezettsége egyike a legszennyezettebbeknek. A talaj magasabb szennyezőanyag-tartalmát okozhatja a geokémiai anomáliák miatt természetes módon megemelkedett elemtartalom (pl. érlelőhelyek közelében), a regionális szennyezőforrások (különböző típusú ipar és fűtőművek) kibocsátásai miatt. Rozsnyó (Rožňava) és Nižná Slaná környékén bányák és vasércfeldolgozó üzemek működnek és az ottani talajokban határérték feletti az As-tartalom, Rozsnyó közelében pedig a Pb- és Cd-tartalom is határérték feletti. A veszélyes anyagok mért szintje helyenként meghaladta a C határértékeket. Hasonló a helyzet Vyšná Slaná és Dobšiná térségében is.



6. ábra: Gombaszőgi (Gombasek) üdülőterület, a háttérben a bánya (FB fotó -Kassa régió)

A járás déli része, tehát az a rész, amelybe a Szalóci (Slavec) bányaterület is tartozik a nem szennyezett talajok övezetében fekszik, ahol az összes kiértékelt kockázatos anyag értéke az A határérték alatt van (az összes elemnél), illetve az A1 határérték alatt (a 2M HNO₃, illetve 2M HCl elemtartalomra vonatkozóan) és az A, A1 zónában, amelyek kockázatos talajok, amelyek

lehetséges negatív hatást jelenthetnek a környezetre, ami azt jelenti, hogy legalább egy kockázatos anyag tartalma meghaladja az A, A1 határértéket, egészen a B határértékig. (Forrás: Az ökológiai stabilitás regionális területi rendszere (RÚSES), Rozsnyói (Rožňava) járás, 2019).

A tervezett tevékenységnek a Gombaszögi üdülőterületre gyakorolt hatásának átfogóbb kiértékelésére van szükség, mivel az egész terület jelentős felújításon megy keresztül.

Az üdülő területre gyakorolt hatást a C.III.11. szakasz ismerteti a feltételezett hatások különböző típusait tekintve (zaj, por, vizuális hatás, robbantások hatása a Gombaszögi barlang területére). Ismertettük, hogy a kőbánya működése csak a nappali órákra korlátozódik, az üdülőterületekre látogatókat a bányászati tevékenység ezen órákon kívül nem zavarja. Bányászati tevékenységet a szabad- és munkaszüneti napokon sem fognak végezni. A Szalóci (Slavec) bányaterület közelében nincsenek olyan turista útvonalak, amelyeket a bányászati tevékenység érintene. Ezzel szemben a javaslattevő érdekelt abban, hogy a kőbánya feltárt területeinek egyes részei hozzáférhetővé váljanak geológiai oktatási tevékenységek számára.



7. ábra: A Leontina barlang fő terme (archív felvétel)

Hiányzik az állatvilágra gyakorolt hatások kiértékelése, és főleg az egyéb állatcsoportokra gyakorolt hatások és a bányaterületen kívüli hatások kiértékelése.

A Szalóci (Slavec) bányaterületen a madárközösségekre (ornitocénózisok) gyakorolt hatások részletesebben fel vannak dolgozva, mivel a madarak több szempontból is (viselkedési megnyilvánulások, bionómia, életstratégiák, ökológia, élőhelyválasztás, filogenetika, ontogenetika, populációökológia, közösségi ökológia, helyreállítási ökológia stb.) az egyik legjobban tanulmányozott állatcsoport, ezért az adott költési időszakból származó minőségi- és mennyiségi mintavételezés eredményei az érintett kőbánya területén végzett bányászati tevékenység által kiváltott konkrét közvetlen vagy közvetett perturbációkra és diszturbációkra is alkalmazhatók.

A rekultivációs tervezetet ehhez a kiegészítő tájékoztatáshoz csatolták. Ugyanakkor a modern, világszerte (a szomszédos Csehországban is) alkalmazott és a gyakorlat által igazolt, bányászati kitermelések helyreállításának ökológiai módszerei (helyreállítási ökológia) nem

javasolják az ellenőrzött szukcesszió alkalmazását a kőbánya elhagyott részein, hanem a növényi és állati közösségek spontán (természetes) szukcesszióját részesítik előnyben, az invazív növényfajok esetleges helyi visszaszorításával, amit maximális mértékben összekapcsolnak a reprodukív vízi és vizes élőhelyek létrehozásával a terepi mélyedésekben.

A minisztérium nem ért egyet azzal az állítással, hogy a kőbányában folyó tevékenység nem befolyásolja a talajvíz mennyiségét, rendszerét és áramlását, mivel a víz a teljes mészkőtömbön keresztül beszivárog az altalajba, a kőbányából pedig a visszatartó medencékbe folyik el. Az 5. alfejezet tartalmával pedig alapvetően nem ért egyet.



8. ábra: A Gombaszögi (Gombasek) kőbánya felülnézete (archív fotó)

Ez a termelés jelentős növekedését tartalmazza, évi 50 000 tonnáról 950 000 tonnára. Minél több kitermelés történik, annál gyorsabban kisebbedik az a kőzetkörnyezet, amelyben a talajvíz természetes módon tárolódik, annál inkább növekszik a terület lejtése, és annál gyorsabban változik a felszíni víz: talajvíz arány. A felszín alatti vizek veszélyeztetésének a kockázata a tervezett tevékenység módosításával változik, a jelentés ennek az ellentettjét állítja. Minél kevesebb kőzet van a területen, ez annál nagyobb a veszélyt jelent a talajvízre, mert hiányzik a védőréteg.

A hatás mértékéről szóló állítás a Vízgazdálkodási Kutatóintézet álláspontján és a hidrogeológiai szakvéleményen alapul. A Vízgazdálkodási Kutatóintézet az álláspontjában többek között lefekteti, hogy a Sajó (Slaná) folyó rész-vízgyűjtője területén található Szalóci (Slavec) bányaterületen "a magas százalékos mészkő kizárólagos lelőhely feltárására, előkészítésére és bányászatára vonatkozó kitermelési műszaki terv" esetében feltételezhető, hogy a tervezett tevékenység megvalósításának hatása a vízügyi keretirányelv 4.7. cikkében és a 64/2004 sz. törvényben és annak későbbi módosításaiban foglalt követelmények szempontjából, a Szlovák Karsztvidéken az érintett SK200480KF Domináns karsztos-hasadékos felszín alatti víz szintjének változására nem feltételezhető. Ez a felszín alatti vizekre gyakorolt hatásra vonatkozik a felszín alatti vizek érintett rendszerében.

A kőfejtés vízmentes környezetben, jóval az eróziós bázis felett folyik, és így nem befolyásolja a tartalékok kialakulását vagy a terület felszín alatti vízrendszerét.

A bányászati tevékenység és a nyersanyag feldolgozása önmagában nem olyan tevékenység, amelyek a felszín alatti vizek szennyezésének nagy kockázatát jelentenék. Ellenkezőleg, a felszín alatti vizek minősége befolyásolásának kockázata a kőzetek geológiai összetétele és átteresztő képessége miatt magas, amit az értékelő jelentés is megállapít, és ami miatt a C.IV. fejezetben a szennyező anyagok vészhelyzeti kiáramlásának megelőzésére irányuló intézkedések szerepelnek.

A Vízügyi Kutatóintézet arra a következtetésre jutott, hogy a fentiekben feltüntetett előfeltételek alapján a tervezett tevékenységet nem kell a vízügyi keretirányelv 4. cikkének (7) bekezdése alapján értékelni.

A hatásvizsgálat értékelésével kapcsolatban a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériuma kérte, hogy a hatásoknál vegyék figyelembe a Szalóci (Slavec) bányaterületen a bányászatnak a NATURA 2000 rendszer integrálására gyakorolt azon hatásainak értékelését, amelyet 2016 júniusában készítettek el a Szlovák Állami Természetvédelmi Intézet (ŠOP SR), Besztercebányai (Banská Bystrica) munkatársai. Idézek a szóban forgó dokumentumból:

- A Natura 2000 területek integritása nem kerül veszélybe, mivel a vonatkozó tanulmány nem mutatta ki, hogy a Szalóci (Slavec) bányaterületen a mészkő kitermelésének növekedése jelentős negatív hatást gyakorolna az érintett Natura 2000 területekre vagy azok védelme tárgyára.
- Szalóci (Slavec) bányászati terület közelében olyan területek találhatóak, mint a Pelsőci fennsík (Plešivská planina), Pelsőci hegyoldalak (Plešivské stráně), Sajó (Slaná), Berzétei sziklák (Brzotínské skaly). Ezek egyikét sem tekintjük érintettnek, aminek oka egyrészt a bányászati területen kívüli elhelyezkedésük, másrészt az, hogy a mészkőbányászat a Szalóci (Slavec) bányaterületen már hosszú időn át folyt és fejtett ki hosszú távú hatást, még jóval az európai jelentőségű területek nemzeti listájára való felvételük előtt.

Az idézet vége, amely önmagáért beszél.

Az eljárás a szakvélemény elkészítésével folytatódott, amely elküldésre került a Szlovák Köztársaság Környezetvédelmi Minisztériumának. A befejezés az alábbi záradékot tartalmazta, idézet:

A tervezett tevékenység értékeléséről benyújtott jelentés és a kiegészítő dokumentáció, az értékelést végző alanyok véleményezése, a közmeghallgatás eredményei, valamint a tervezett tevékenységgel kapcsolatos egyéb szempontok alapján a tervezett tevékenység elbírálásának Záró véleményében javasolom „jóváhagyni“ a Szalóci (Slavec) mészkő lelőhely 2020-2045 időszakra szóló kitermelési műszaki üzemi tervének a megvalósítását.

A szakvélemény 2022.11.24-én került elküldésre.

A 24/2006. sz. törvény 36. §-a kimondja, hogy a végleges vélemény olyan határozat, amely a további engedélyezési eljárásokra nézve kötelező érvényű. A végleges vélemény feljogosítja a

18. szakasz (1) bekezdése szerinti hatásvizsgálat tárgyát képező tervezett tevékenység vagy annak módosítása kérelmezőjét, hogy a tervezett tevékenységre vagy annak módosítására vonatkozó engedélyezési eljárás elindítására irányuló javaslatot nyújtson be az illetékes hatóság által a végleges véleményben elfogadott változatban.

A záró vélemény a §37 (2) bekezdés szerint a következőképpen szól: " Az illetékes hatóság a 36. § szerinti szakértői vélemény kézhezvételétől számított 30 napon belül végleges véleményt ad ki a hatásvizsgálatról.

És itt van az egész folyamat varázsa: a szakvélemény 2022.11.24-én került átadásra.

A környezetvédelmi minisztérium törvény szerinti kötelessége, hogy

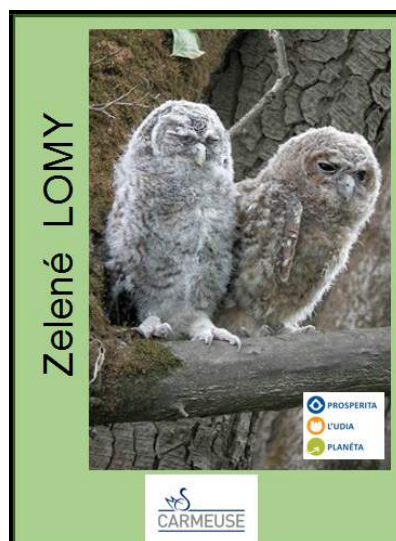
2022.12.24-ig bezárólag határozatot hozzon.

A valóság viszont az, hogy a határozat 2023.04.01-én még nem került meghozatalra, és a SzK Környezetvédelmi Minisztériumának alkalmazottjának 2023.3.27-i kijelentése szerint

„a miniszter úr számára a határidők nem érvényesek“.

Az egész folyamat egy további furcsa aspektusa, hogy a Szlovák Karszt Nemzeti Park területén több legeltetési társaság és vadászegyesület működik. Az állami természetvédelmi szervezet monitorjában rendkívül furcsa dolgokról szerezhetünk tudomást. Például azt, hogy a madárvédelmi területen a madarakat veszélyeztető tényezők között szerepelnek a következők:

- Az erdők gazdasági célú felhasználása;
- A madarak fészkeinek a kifosztása;
- Jogellenes robbantások;
- Régi faanyag eltávolítása;
- A madarak zavarása a fészekrakás során.



9. ábra: A projekt logója – Zöld kőbányák (Uráli bagoly)⁵

Nem hiszem, hogy a bányászati tevékenységet végző dolgozók kötelező felszerelése lenne a fűrész és a puska. A fentiek közül talán az utóbbiakra gyakorolhatunk befolyást, bár azok után a

⁵ Forrás: Carmeuse bánya.

tapasztalatok után, hogy egy Uráli bagolyfészket rakott egy átlagosan napi 8000 tonna (por, zaj) teljesítményű elsődleges közüző gép szerkezetében, majd felnevelte és útra bocsátotta fiókáit, kétségeim vannak ezzel az állítással kapcsolatban.

A környezeti hatásvizsgálati eljárás igényes folyamat, és mindenképpen szükség van az előnyök és hátrányok alapos mérlegelésére. Az eljárás azonban nem válhat az egyik igazát bizonyító és a másik felet - sok esetben a kitermelőt - eközben elmarasztaló folyamattá. Ez egy olyan folyamat, amelyben az összes érintett terület szakértőinek kell a fő szerepeket betöltenie.

Mi nem vagyunk a természet ellenségei, ezért elvárjuk, hogy senki akarjon minket ilyen pozícióba helyezni.

Mi abból a filozófiából indulunk ki, hogy tegyük szebbé a világot, ha megtehetjük.

Hivatkozott irodalom jegyzéke:

- [1] A Jozef RUSKA – Ing. Peter SABOL – Ing. Eduard STOLIČNÝ PhD. – Ing. Ján ZREĽAK: Projekt – a Carmeuse vállalatnál megvalósított zöld kőbányák és fenntarthatósági projektek; Forrás: In: Daruka, Norbert (szerk.) Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium Különkiadás 2022 Budapest, Magyarország, Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 198–208. (2022).
- [2] A Gombaszögi kőbánya MŰT 2020-2045, Gombaszög, 15.11.2020. Thuroczi – Ruska.
- [3] A Környezetvédelmi Minisztérium végleges véleménye a MŰT Gombaszögi kőbánya projektjéről, Bratislava, 24.3.2023.

EXAMINATION OF THE POTENTIAL USES OF FIELD-MIXED MULTI-COMPONENT EXPLOSIVES

A HELYSZÍNI KEVERÉSŰ TÖBB KOMPONENSŰ ROBBANÓANYAGOK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA

KUGYELA Lóránd¹

Abstract

Multi-component (binary) explosives are completely unknown in European explosives technology. They are not mentioned in any standard, nor in any legislation, even though they have been used in America since the 1970s. Nor are their uses limited to the civilian sector, as the US Army has been using them for mine clearance and special missions for over 10 years. The purpose of my article is to present the results of a domestic development experiment and its capabilities.

Keywords: binary explosive, mixture, cutting charge, small diameter, cladding.

Összegzés

A több komponensű (bináris) robbanóanyagok az európai robbantástechnikában teljesen ismeretlenek. Nincsenek említve szabványban, rendeletben semmilyen jogszabályban, úgy, hogy közben Amerikában már a '70-es évek óta használják. A felhasználási területek sem korlátozódnak a civil területre, mivel az Amerikai Hadsereg több mint 10 éve használja már aknamentesítéshez és különleges rendeltetésű feladatokhoz. Cikkem célja, hogy egy hazai fejlesztés-kísérlet eredményét és annak képességeit bemutassa.

Kulcsszavak: bináris robbanóanyag, keverék, vágótöltet, kis átmérő, plattírozás.

1. BINÁRIS ROBBANÓANYAGOKRÓL ÁLTALÁNOSÁGBAN

A két, önmagában nem robbanó komponensből, a helyszínen összekeverve robbanóképes elegyet képző, ún. bináris robbanóanyag keverékekhez köthető első szabadalom még 1871-ben nyújtotta be Johann Philipp Sprengel, egy perklorát és szénhidrogének keverékéből álló robbanóanyag keverékre. [1] Robbanóanyaga nem terjedt el széleskörűen annak ellenére, hogy 1876-ban a new yorki East River tengerszorosnál mederbővítésnél nagy mennyiséget használtak fel belőle. A dinamit ugyanis addigra már egyeduralmukodóvá vált az ipari robbantástechnikában is.

A bináris robbanóanyagok köztudatba ültetése, elterjesztése és további szabadalmaztatása Gerald L. Hurst nevéhez fűződik. Az első szabadalma, a később ASTROLITE néven elterjedt robbanóanyag család volt. [2] Úgy a civil, mint a katonai szakemberek nagy várakozással tekintettek erre a robbanóanyagra. Az 1970-es években több hazai szakcikk is foglalkozott az ASTROLITE gyakorlati alkalmazásával [3][4]. Bruce cikkében egyenesen ezt olvashatjuk az Astrolite-A robbanóanyagról: „Hatása 3–5-szörösen múlja felül a 60% nitroglicerint tartalmazó lőporét, és 1,8–2-szeresen a trotilét. Kezelésbiztonsága 40-szer jobb az ütéssel szemben, mint a nitroglicerín-bázisú anyagoké. Romboláskor viszont háromszor akkora átmérőjű tölcsért hoz

¹ Robbanóanyag-ipari szakmérnök, az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola doktorandusza, CerTrust Kft vezető vizsgáló mérnök, robbanóanyagok. E-mail: lorand.kugyela@cetrust.eu; ORCID: 0000-0002-2869-8864.

létre, mint a hexogén alapú C-4, és másfélszer akkorát, mint a műanyagbázisú PBXN-1², vagyis a korábbi legnagyobb hatású robbanóanyagok.” [3]

A robbanás helyszínén történő bekeverése egyszerű volt. Czapek Béla az egyik változatáról, a SAF-T-PAK-ról így írt 1977-es cikkében. Az Egyesült Államokban a SAF-T-PAK néven forgalmazott kétkomponensű brizáns ipari robbanóanyag egyik összetevője granulált szilárd anyag, amelyet műanyagzsákba csomagolnak, a másik összetevő folyékony, és műanyag edényben tárolják. Külön-külön egyik komponens sem robbanékony, ezért nincs robbanóanyagnak minősítve. Az amerikai előírások szerint az anyagokat nem szükséges elkülönített raktárban tartani, de a két komponenst jól elkülönített, zárt edénybe kell tenni a véletlen összekeveredés vagy lopás elkerülésére. A SAF-T-PAK minden szállítóeszközön (repülőgépen is) korlátlan mennyiségben szállítható, csupán a legtöbb vegyi anyagra érvényes előírásokat kell betartani. A szilárd halmaz állapotú közeg oxidáló anyagként szerepel, ezért távol kell tartani tűztől, lángtól, szikrától. A folyékony komponens gyengén mérgező hatású ezért a belélegzést és a bőrérítkezést el kell kerülni. Amikor a folyékony komponenst hozzáöntik a szilárd közeghez, brizáns robbanóanyag keletkezik. A töltet aktiválódása megfigyelhető, amikor a sötét folyadék átszínezi a szilárd, világos színű komponenst és közben endoterm reakció (lehűlés) jön létre. Amint az aktiváló folyadék eléri a töltet alját, a robbanóanyag felhasználható. Átkeverés vagy rázás nem szükséges. Az összetevő komponens arányt nem szabad megváltoztatni. Az iniciálás módszere, hogy a töltetbe kell ragasztani vagy erősíteni kívülről egy 6. sz. gyutacsot, vagy robbanózsínort. [4]

Az ASTROLITE robbanóanyagok elterjedését az akadályozta, hogy az ammónium-nitrát mellett a másik alkotóeleme (az addig csak hipergolikus³ rakéta-hajtóanyagként használt) hidrazin rákkeltő és kifejezetten mérgező vegyület. Az Amerikai Szárazföldi Haderő (US Army) 1978-ban kísérleteket folytatott többféle robbanóanyag katonai alkalmazhatóságára, lövészgödrök kirobbantásánál. [5] Ezen belül először az Astrolite-G2 robbanóanyagot vizsgálták, de az több alapvető katonai kritériumnak sem felelt meg, úgymint a hideg hőmérsékleten való összekeverhetőség és a lövésállóság. Ezen kívül gondként jelölték meg az alacsony detonációsebességet és az anyag mérgező voltát. Ezért a gyártó Explosives Corporation of America (EXCOA) továbbfejlesztett robbanóanyagokkal jelentkezett LTX-G2 és LLTX-G2 néven, melyből az utóbbi vett részt a tesztben. Az 1978-as kísérlet egyik negatív megállapítása többek között az volt, hogy *„a hidrazin és azok alkotóelemei köztudottan súlyos mérgező hatással rendelkeznek akár érintés, akár belélegzés, vagy lenyelés útján a szervezetbe jutva; a*

² A polimerkötésű robbanóanyagok, más néven PBX vagy műanyagkötésű robbanóanyagok olyan robbanóanyagok, amelyekben a robbanóport kis mennyiségű (általában 5-10 tömegszázalék) szintetikus polimerrel kötik össze egy mátrixban. A PBX-eket általában olyan robbanóanyagokhoz használják, amelyeket nem könnyű öntvénybe olvasztani, vagy más módon nehéz megformálni. A PBX-et először 1952-ben fejlesztették ki a Los Alamos Nemzeti Laboratóriumban, dioctilftalát lágyítóval ellátott polisztirolba ágyazott hexogénként.

³ A *hipergolikus* üzemanyagok spontán gyulladnak, ha az üzemanyag és az oxidálószer érintkezésbe kerül egymással.

Picatinny Arsenál tesztben résztvevő szakértője szerint, a lövészdör LLTX-G2 robbanóanyaggal történt robbantásakor irritáló gáz, valószínűleg ammónia felszabadulását lehetett érezni.” [5] A nitroparaffin⁴ tartalmú többkomponensű robbanóanyag keverékeket Hurst 1970-ben szabadalmaztatta [6]. Ezekben a hidrazin helyett már xilol, szerves nitrát és nitroparaffinok volt. Jelen cikk írásakor a következő bináris, több komponensű robbanóanyagokat alkalmazták a nemzetközi (elsősorban katonai) gyakorlatban.

| Név | Alkotóelemek | |
|--|--------------------|-----------------|
| | #1 | #2 |
| Helix [7] | NM | Al |
| FIXOR [8] | NM | GMB/Al |
| Alford ALX [9] | NM | HMTA |
| Nitroroc | NM | EDA |
| PLX | NM | EDA |
| BLU-43 'Dragontooth'* (US) | NM/NE | DAP |
| PFM-1* (RUS) | TNP | - |
| Liquid Explosive Pouch [10] | NM | DETA |
| BINEX [11] | NaClO ₄ | Al |
| U.S. Pat. No. 3,980,510 | NM | Hidrazin/DETA |
| Hydan | AN | Hidrazin-hidrát |
| AEREX [12] | NM | Anilin |
| *: bináris robbanóanyagot használó gyalogság elleni akna | | |

1. táblázat: Napjainkban használt bináris robbanóanyagok (hivatkozott irodalom alapján szerkesztette a szerző)

A DETA, EDA érzékenyítő szerrel ellátott robbanóanyagok elterjedését gátolja, hogy mérgezőek. EDA: LD50: 500 mg/tkg; DETA:1080 mg/tkg; TETA: 2500 mg/tkg. A hidrazin tartalmú robbanóanyagokat erőteljesen mérgező mivoltijuk miatt már nem használják.

A következőkben vizsgáljuk meg, hogy mely területeken használhatók elsődlegesen a bináris robbanóanyagok. A felhasználási területek leírása célzottan a helyszíni keverésű robbanóanyagok felhasználási lehetőségeihez kapcsolódik.

1.1. Amerikai katonai alkalmazás

A bináris robbanóanyagokkal és azok eredetével egy korábbi cikkemben foglalkoztam részletesen [13] mely szerint: A bináris robbanóanyagokat a mai napig szinte kizárólag az Amerikai Egyesült Államokban használják, többségében katonai robbantási feladatokra. Ezek jellemzően tűzszerész feladatok [14] az USA különböző külföldi katonai állomásai, bázisai közelében. Az ok, ami miatt egyre nagyobb jelentőséggel bír ezen robbanóanyagok használata: az olcsó alapanyagköltség, biztonságos közúti és légi szállítás. [15] Az 1980-as évek óta tartó használatuk mind a civil, mind a katonai területen bizonyította, hogy valóban biztonságosan és

⁴ Nitroparaffin: nitro- funkciós csoportot tartalmazó alifás szerves vegyületek.

megbízhatóan használhatók ezek a robbanóanyagok. A robbanóanyag brizanciája alkalmassá teszi őket arra is, hogy a robbanószerkezeteket robbantással megsemmisítse, így a tűzszerészek is sok helyen alkalmazzák őket a világban. [16] Az Amerikai Védelmi Minisztérium 2005-ben, a szárazföldi aknák helyszíni semlegesítésének/megsemmisítésének eszközeit, módszereit vizsgáló programja záró tanulmányában, hatféle bináris (főleg nitrometán bázisú) robbanóanyag sikeres alkalmazásáról számoltak be. [17][18]

1.2. Bináris robbanóanyagok az ipari robbantástechnikában

Civil területen főként a következő feladatokhoz használják a bináris robbanóanyagokat: tuskórobbantás, batározás⁵, nyomvonaltisztítás, területrendezés. Alapvetően jellemző ezekre a feladatokra, hogy nem napi szintűek és nem tervezhetőek előre [19], ugyanakkor a robbanóanyag-igényük jellemzően nem nagy, általában csak néhány kilogramm. [20]. Amerikában, napjainkban leginkább a következő feladatoknál használnak bináris robbanóanyagot:

- Csővezeték nyomvonal előkészítési munkáinál, munkagéppel nem kezelhető kötömbök robbantásánál.
- Erőművek gőz csővezetékeinek tisztító robbantásánál.
- Túraútvonalak, túraösvények építési munkáinál, tisztításánál.
- Nemzeti parkok robbantási feladatainál.
- Kisebb épület építmény robbantási munkáinál. [21]

A fenti esetekből jól látszik, hogy főleg a kevés robbanóanyaggal elvégezhető, nem rendszeres robbantási munkákhoz használják ezt a fajta anyagot.

Speciális terület a fém plattírozás, vagyis fémlemezek robbantásos hegesztése. Ezek kis szériában készült termékek, amelyeket például reaktortechnológiához, agresszív vegyi anyagokat tároló nagyméretű tartályfenekekhez, speciális csőkötésekhez szupravezető kötések gyártásához alkalmaznak. Használatukkal lehetőség nyílik, konvencionális módon egymáshoz nem hegeszthető-köthető fémelemek gyártásához, mint például titán-alumínium, alumínium-vörösréz. [22]

2. A SAJÁT FEJLESZTÉSŰ TÖBB KOMPONENSŰ ROBBANÓANYAG (TKR) ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

A 2016-os, amerikai US 9,506,729 B2 azonosítójú szabadalom komplexen és széleskörűen bemutatja a bináris robbanóanyagok akkori állapotát, valamint előnyöket és hátrányokat is megfogalmaz több bináris rendszerű robbanóanyaggal szemben. Azonban a jelzett szabadalmak egyike sem érinti, illetve kezeli a kikevert robbanóanyag struktúráját, illetve ennek gyakorlati

⁵ Nagyméretű kötömbök, kőgörgöttek robbantással történő darabolása.

fontosságát. Vagy kizárólag folyékony rendszerrel, vagy csak szilárd folyékony rendszerrel rendelkező robbanóanyagok vannak jelenleg használatban. [17]

Az általam fejlesztett több komponensű robbanóanyag (TKR) ezt az alkalmazási rést és potenciált elégíti ki, mivel olyan szuszpenziós robbanóanyag rendszer, amely hosszú távon sem változtatja meg a térfogati sűrűségét. Ez azt jelenti, hogy a szilárd frakció nem ülepedik, és nem mozog gravitációsan. Ezt annak az egyedi tulajdonágának köszönheti, amelyet tixotróp⁶ szuszpenzióknak⁷ hívnak. A két fogalom tisztázása fontos ahhoz, hogy a TKR ezen tulajdonságait a felhasználás szempontjából tudjuk értékelni. Egyszerűen megfogalmazva mindez azt jelenti, hogy a folyadék fázis tixotróp tulajdonsággal rendelkezik és a szilárd részecskék ebben lebegnek. Ezt akár a nehéz ANDO-ról is állíthatnánk, azonban ott az emulzió nyíróerő hatására nem változtatja viszkozitását. Éppen emiatt a töltésnél elkerülhetetlen a légbuborékok, lunkerek [23] kialakulása.

A TKR az összekeverés után tixotróp szerkezetűvé válik. Ez a tulajdonság bizonyos anyagoknál figyelhető meg, ahol anizometrikus mechanikai hatás következtében (rázás, mozgatás, keverés, agitáció) a molekulák közötti kötésrendszer összeomlik, ami miatt a rendszer viszkozitása megváltozik. Idő függvényű reverzibilis folyamat.

A TKR esetén a tixotróp jelleg az összekeverés után alakul ki és az lehetővé teszi a tároló csomagolásban a rázás által történő homogenizálást és ez végeredményként lehetővé teszi a kész robbanóanyag kitöltését akármilyen alakos formába is. Azaz egy folyékony fázisból és egy teljesen szilárd (por) fázisból az összekeverés által egy tixotróp, szilárd részecskéket tartalmazó fázis stabilizált szuszpenzió jön létre. Ez az említett amerikai szabványban nem kezelt probléma. A TKR folyadék fázisának egyik alkotóeleme rendelkezik minden olyan tulajdonsággal, amely az ideális robbanóanyagok esetén előfordul. Azaz: kicsi a kritikus átmérője, az anyagra jellemző detonációsebesség már kis átmérőben is kialakul, detonációsebessége és brizanciája miatt alkalmas üreges töltetek készítésére. A szuszpenziók általános jellege, hogy bizonyos idő függvényében kiülepednek és a folyadékoszlop keresztmetszeti sűrűsége nem lesz ugyanaz a folyadékoszlop alsó és felső részén. Ez a klasszikus Kinepak-típusú⁸ bináris robbanóanyag esetén kifejezetten nemkívánatos, igaz az ilyen nagyarányú folyékony fázist tartalmazó robbanóanyagok nem elterjedtek. Ugyanezt a jelenséget megfigyeltem öntött robbanóanyagok esetén is, korábbi vizsgálataim során is [24][25][26]. A TKR esetén azonban a szuszpenzió tartósan fennmarad, az hónapos nagyságrendek után sem változik és a robbanóanyag indíthatósága sem változik meg. A szilárd fázis porozitása miatt pedig a folyadék a szilárd részecskék szerkezetébe diffundál. Ezáltal a detonációs hullám nem sérül a folyadék-szilárd fázis találkozásánál. Az inert alkotóelemek, főleg, ha azok magas olvadáspontúak, a detonáció-

⁶ Anyagok nyíró igénybevétel szerint függő viszkozitás változása. Pl.: ketchup, majonéz.

⁷ Szilárd részecskék folyadék fázisban elosztatva.

⁸ Ammónium-nitrát és nitrometán tartalmú Amerikában elterjedt robbanóanyag.

sebességet jellemzően csökkentik, mivel a robbanás kémiai átalakulásakor felszabaduló energia ezen alkotóelemek melegítésére, megolvasztására, elégetésére fordítódik.

A kifejlesztett TKR segítségével a felhasználás helyszínén létrehozható tetszőleges formájú és tömegű robbanóanyag töltet, az előre gyártott csomagoló tartályok segítségével. Az új robbanóanyagok tulajdonságai azonban a fentieken is túlmutatva azt is lehetővé teszi, hogy egy előre gyártott töltet burkolattal irányított hatású, azaz kumulatív tölteteket is készíthessen belőlük a felhasználó.

Kumulatív töltetek készítésénél azonban különösen fontos, az alkalmazott robbanóanyag egyenletes töltése a töltet-házba, mivel az egyenetlen töltés akár a robbanás megszakadásához, megálláshoz is vezethet, illetve – vágótöltet esetén – a vágási képességének drasztikus lecsökkenéséhez.

A vágótöltetek jelentős része gyári extrudálással készül, azonban sok esetben előfordul az alakos töltetek helyszíni készítése egyes célfeladatokhoz. Ebben az esetben plasztikus robbanóanyagok kerülnek többnyire felhasználásra mivel ezek kezelésbiztosak, és gyúrással formázva az előre elkészített alakos töltet-házakba juttathatóak. Jól példázta ezt pl. az Amerikai Haditengerészet által 1947-ben kiadott (akkor természetesen még titkos minősítésű) szabályzat melyben ilyen, a helyszínen plasztikus robbanóanyaggal töltött lineáris vágótölteteket alkalmaztak tüzérségi löszerek és légibombák tüzszerész mentesítésére. A plasztikus robbanóanyagok formálhatósága azonban a hőmérséklet csökkenésével romlik és nehézkessé válik az egyenletes töltetoszlop kialakítása. A TKR ezzel szemben lehetőséget biztosít ilyen kumulatív töltetek megtöltésére olyan módon, hogy azokban egyenletes sűrűségben és légbuborék mentesen töltse ki a teret a robbanóanyag, és bár vágóképességük nem közelíti meg a HMX, RDX töltetű tölteteket, ugyanakkor akár 20-30 mm vastagságú acéllemezt problémamentes átvágására is képesek. A felhasználása során a megtöltött, pl. vágótöltet-házból a légbuborékok rázással vagy ütogetéssel felúsznak a felszínre. Ez a korábban említett fázisváltás miatt érhető el, mivel a rázás során létrejövő nyírófeszültség megbontja a szerkezetet, és a folyadékként viselkedő robbanóanyag felszínére fel tudnak a buborékok úszni. A fázis-visszaalakulási idő után akármilyen irányba forgatható a töltet, mivel abból nem fog a robbanóanyag kifolyni. Ez a tulajdonság jelenleg a világon egyedülálló szerkezetet eredményez, teljesen új felhasználási lehetőségekkel.

Természetesen a TKR-hez megfelelő csomagolás kifejlesztése vált szükségessé, amely lehetővé teszi a homogén keverék kialakulását és nem képez akadályt az iniciáláshoz sem. E mellett a csomagolás egyben meggátolja az alkotóelemekkel való fizikai kontaktust is, így sem belélegzéssel sem pedig érintkezéssel nem tudnak az alkotó elemek az emberi szervezetbe bejutni.

Ez a csomagolás alkalmassá teszi a TKR-t a katonai és a rendvédelmi feladatok végzése során rátett töltetekkel szerkezeti elem robbantások, aknamentesítés⁹, tűzserész munkák elvégzésére, vagy a különleges rendeltetésű erőknél speciális behatolási feladatok végrehajtására is. Az ipari robbantástechnikában a fent bemutatott robbanóanyag keverő-töltő gépkocsikkal (MEMU) megoldották a robbanóanyagok, rendeletek által szabályozott költséges tárolásának és szállításának problémáját, Ugyanakkor az ANFO, heavy ANFO és emulziós robbanóanyag indításához továbbra is szükség van indító töltetekre (boosterekre). A TKR segítségével viszont ez is a helyszínen kerülhet előállításra, vagyis nem kell robbanóanyagként tárolni és a bányába kiszállítani.

3. A TKR SPECIÁLIS FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA

A kifejlesztett TKR gyakorlati alkalmazásának legegyszerűbb módja, ha a komponensek összekeverését követően a csomagoló műanyag tartályt, az adott feladat függvényében külső összpontosított vagy nyújtott rátett töltetként használjuk. Ezáltal használható egyes szerkezeti elemek robbantására, vagy pl. batározáshoz¹⁰. Az általam kifejlesztett robbanóanyag azonban ennél sokkal több lehetőséget hordoz magában, melyeket az alábbi, gyakorlati kísérletekkel is bizonyított példákkal igazolok.

3.1. Helyszínen tölthető kumulatív töltetek készítése TKR-rel

A civil robbantástechnika területén a kumulatív töltetek csak marginális szerepet töltenek be. A lineáris vágótölteteket fémszerkezetek bontásához, az összpontosított tölteteket (perforátor) pedig az olajipar használja fel. Leginkább a katonai felhasználásuk terjedt el a páncélelhárító tűzérési lőszerekben és rakéta fegyverekben. Emellett a műszaki csapatok használnak különböző alakos tölteteket rombolási feladataikhoz, illetve a harcjárművek fenékpáncélja elleni szárazföldi aknáknak alkalmaznak kumulatív töltetet. Ugyanakkor a helyszínen tölthető kumulatív összpontosított és lineáris vágótölteteket már az 1950-es években is alkalmazták. A gyakorlati életben ehhez az előre gyártott töltet házat (burkolatot) plasztikus robbanóanyaggal töltötték meg.

Hazánkban jelenleg is folynak kutatások az ilyen helyszínen elkészíthető kumulatív töltetekkel kapcsolatban. Ezek egyes feladatokhoz eredményesek lehetnek kizárólag alacsony sűrűségű anyagokból elkészítve is (a béléstestet is ideértve), mely lehetővé teszi olcsó és hatékony gyártásukat valamilyen additív technológiával. [27][28] Hatékonyságuk ugyan nem ér fel a fém béléstestekkel szerelt típusokhoz, de nem minden feladat követeli meg a jelentős penetrációt. [29] [30][31]

⁹ Angolul: humanitarian demining. Az amerikai hadsereg jelentős K+F tevékenységet végez ilyen tevékenységekhez használható bináris robbanóanyagok kifejlesztésére.

¹⁰ Másodlagos aprítás, vagy batározás: a lerobbantott készletben található, vagy szabadon álló túl nagy méretű, rakodásra vagy további feldolgozásra alkalmatlan tömbök utólagos aprítása robbantólyukba helyezett, vagy rátett töltettel.

3.1.1. Kumulatív összpontosított töltet készítése TKR robbanóanyag töltettel

A TKR-ből kétféle kumulatív robbanóanyag töltetet készítettem kísérlet képen. Az egyik egy összpontosított töltet, amely átütését lágyvas céltárgyon vizsgáltam. A másik egy lineáris vágótöltet.

A kisméretű összpontosított kumulatív töltet alapötlete a Diószegi Imre¹¹ által fejlesztett, a Magyar Honvédségben 2000-ben rendszeresített KKT-A töltetből ered. Konceptiója szerint kis robbanóanyag tömegű precízen összeállított robbanóeszköz, amely speciális feladatok ellátására alkalmas: tűzszerész szakfeladatok esetén töltet lyukasztás, műszaki feladatkörben például fagyott talaj lazítása, valamint kisebb rombolási célfeladatok. [32]. Ehhez viszont egy módosított kumulatív béléstest állt csak rendelkezésemre, amelyet az ARGES 40x46 gránátban is használnak. A kísérlethez a távtartót a korábbiakban már ismertetett 1D körüli értékre terveztem, de a kedvezőbb kumuláció és a trombita-formájú béléstest jobb hatékonysága miatt azt 30 mm-re növeltem. Az eltartást biztosító adapter belső részének kiképzése segíti a gázsugár központosítását, a méretpontos, könnyű töltetház pedig csökkenti a repeszhatást nagyobb távolságokra, mivel az alumínium kis darabokra szakad szét, és e repeszdarabok méretüknél fogva nem repülnek messzire és az átütőképességük is csekély.



1. ábra: A kumulatív töltet részei, és az összeállított töltet a céltárgyon (a szerző saját felvétele)

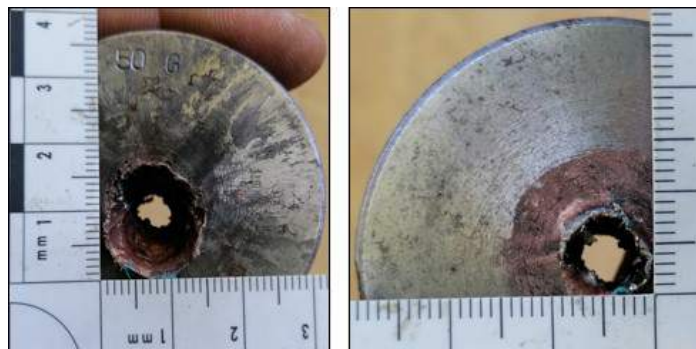
Az 50 g robbanóanyag tömeg a korábbi kísérleteim alapján alakult ki. 50 gramm fölött már nem növekszik az átütőképesség, hanem a behatolás által képzett üreg térfogata növekszik, de ez jelen esetben nemkívánatos tényező lett volna. Emellett a kis robbanóanyag töltethez társuló jobb átütőképesség a felhasználás szempontjából is ígéretesebb. Az összpontosított töltet szerkezeti felépítése az alábbi képen látható.

¹¹ A Haditechnikai Intézet műszaki harcanyag fejlesztő mérnöke.

A jelölések és a töltet egyéb adatai:

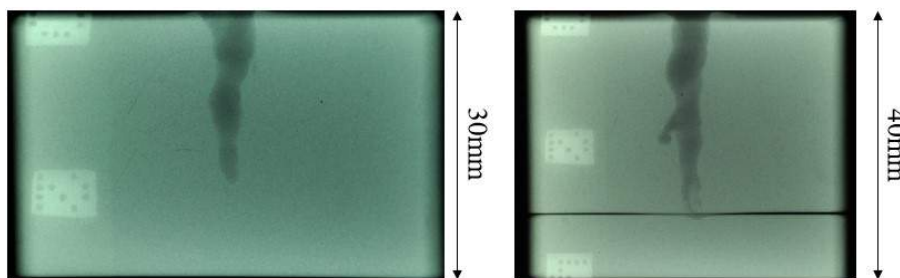
1. Vörösréz béléstest: 10,6 g súlyú 26 mm átmérőjű és 23 mm magasságú vörösréz kúp.
2. Eltartási távolságot biztosító adapter, amely a céltárgytól 30 mm eltartást eredményez.
3. Gyutacs tartó, központosító adapter, amely a szimmetrikus iniciálást segíti elő.
 - Robbanóanyag: 50 g TKR.
 - Az alumínium töltetház egy 32x2 mm méretű AlMgSi0,5 jelű csőből készült.
 - Céltárgy: lágyvas korong.

Az alábbi képen (2. ábra) az átlyukasztott 30 mm vastag lágyvas korong látható. Annak ellenére, hogy a TKR brizanciájában nem említhető egy lapon a KKT-A-ban használt hexotollal, átütőképességük mégis közel azonos.



2. ábra: A töltet által átlyukasztott 30 mm vastag acélkorong bemeneti és kimeneti oldala (a szerző saját felvétele)

Korábbi vizsgálataim során [33] vizsgáltam már bináris robbanóanyag behatolását különböző lágyvas céltárgyakba. Azok röntgenképei az alábbiakban láthatóak:



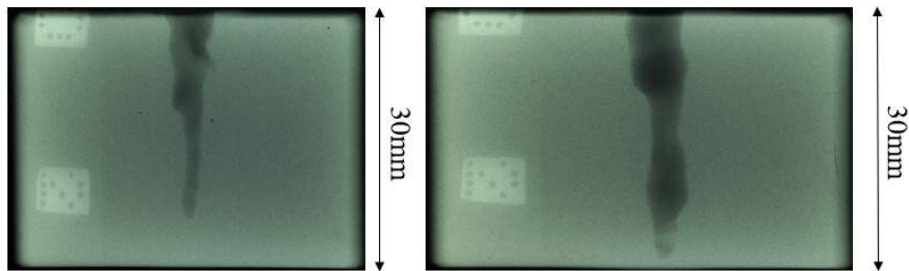
3. ábra: 25 g (b) 50 g (j) bináris robbanóanyag behatolásának röntgenképe¹²

Az alumíniummal erősített (4. ábra) bináris robbanóanyag röntgenképén jól látszódik a Kramarczyk et al. [34] cikkében mérésekkel igazolt megfigyelés, mely szerint az alumínium megfelelő adagolása a Trauzl-tömbökben¹³ megnövekedett térfogatot eredményezett.

¹² A kép a Minell Kft-ben készült dr. Gémes György András segítségével.

¹³ A Trauzl Izidor által kifejlesztett, a robbanóanyagok munkavégző képességének meghatározására kifejlesztett módszer. Egy 200x200 mm-es ólom hengerben készített 125 mm mély, 25 mm átmérőjű furatban, 10 g robbanóanyagot robbantanak, melynek munkavégző képességét a robbanás által az ólomhengerben okozott öblösödéssel mérik, ml-ben.

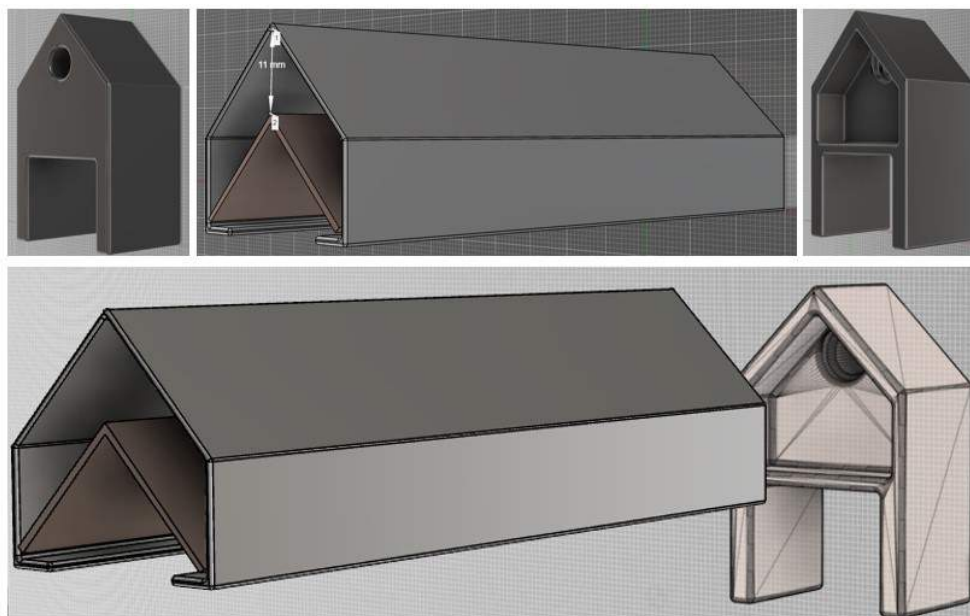
Ahogy a képen látszik a behatolási mélység nem változott, azonban a behatolás térfogata megnövekedett.



4. ábra: 25 g (b) 50 g (j) alumíniummal erősített bináris robbanóanyag behatolásának röntgenképe¹⁴

3.1.2. Kumulatív vágótöltet készítése TKR robbanóanyaggal

A feladathoz általam tervezett lineáris vágótöltet sematikus felépítése az alábbi ábrán látható:



5. ábra: Lineáris vágótöltet ház szerkezeti felépítése
(szerkesztette a szerző)

Az ábra bal és jobb oldalán a fémszerkezet záró idomai láthatóak a gyutacs központosítására szolgáló lyukkal. A töltet szerkezetét 1 mm vastag alumínium lemez képezi 90° fokos szöggel. A béléstest 1 mm vastag vörösréz lemezből készült szintén 90° szöggel. Az alsó ábrán a fém központi szerkezet látható beillesztés előtt. A záró idom lábai 30 mm eltartást tesznek lehetővé, amely a vágótöltet keresztmetszetével egyező, azaz 1D érték. A vágótöltet egy angol ipari vágóidom alapján készült. Az eredeti terméket öntött robbanóanyaggal töltik és szükség szerinti méretre vágják. A felhasznált robbanóanyag: 100 g TKR, a céltárgy: IPE 400 acélgerenda

A vágótöltet ház töltését rövid idő alatt el lehet végezni, majd a töltés után a függőleges helyzetbe állított tölteház ütögetésével minden légbuborék eltávolítható. A zárókupak rögzítése

¹⁴ A kép a Minell Kft-ben készült dr. Gémes György András segítségével.

után a vágótöltet azonnal használatra kész. Az alábbi képen is jól megfigyelhető, hogy a korábban említett ún. 10% felfutási távolság a TKR esetén is látható. A kumulatív bélés teljes hosszban behatolt a céltárgyba. A behatolás mélysége a homogén 35 mm vastag acéllapban 13-15 mm között volt, amely kétségtelenül nem éri el a PETN vagy RDX tartalmú vágótöltetek teljesítményét [35], azonban létezik olyan szituáció, amikor nem szükséges a kimagasló teljesítmény, hanem célzottan és gyorsan kell egy fémszerkezetet elválni. Mindemellett lehetőség van méretezéssel növelni a TKR vágótöltet teljesítményét. Korábbi méréseim [36] is bizonyították, hogy az üreges töltetek jet sebességei között jelentős különbségek adódnak, azonban mint a vizsgálatokból is kiderült, az nem okozta a jet szétesését vagy a TKR alkalmatlanságát vágó-lyukasztó töltetek esetén.



6. ábra: A lineáris vágótöltet elhelyezése és behatolása IPE¹⁵ 400 acélgerendába
(a szerző saját felvétele)

3.2. A TKR robbantásos fémmegmunkáláshoz való felhasználhatóságának vizsgálata

Robbanóanyagokat nem csak fémszerkezetek roncsolására, hanem különböző fémstruktúrák létrehozására is használhatnak. A plattírozás, azaz robbantásos fémhegesztés különösen olyan fémek egyesítésének esetében bizonyul megoldásnak, amelyek konvencionális hegesztési eljárásokkal nem egyesíthetőek, vagy nem megfelelően egyesíthetőek [37]. Ez a speciális helyzet előállhat a hegesztendő termékek méretéhez-alakjához köthetően, vagy az anyag összeférhetetlenségének köszönhetően. Plattírozással olyan anyagok is egyesíthetőek, mint például: titán – rozsdamentes acél, alumínium - rozsdamentes acél, titán – vörösréz, alumínium-vörösréz stb. A robbantással „hegesztett két anyagnak az eltérő tulajdonságai miatt az ilyen összetett fémszerkezetek (bimetálok, de a technológia akár több, eltérő fémlemez összerobbantását is lehetővé teszi) nagy fontossággal bírnak különböző reaktorteknikai kutatásokban, a különböző vegyipari gyártási termékeknél vagy az űrkutatásban. A fémek plattírozásához felhasználható robbanóanyagokkal szemben támasztott alapvető követelmények

¹⁵ IPE gerenda: ún. párhuzamos övű I-tartó.

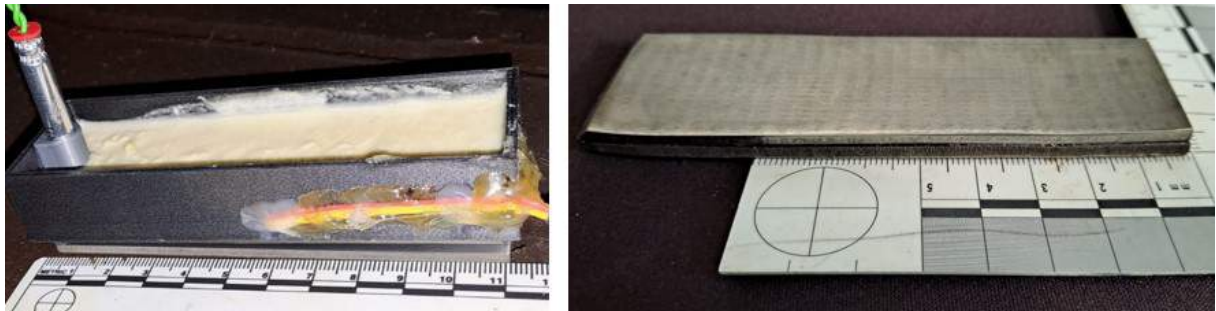
függetlenül attól, hogy több cm vastag fémlemezekhez vagy kisméretű bimetalokhoz használják a következők:

- Egyenletes sűrűség.
- Kezelésbiztonság.
- Gyutacsérzékeny.
- Alacsony kritikus átmérő.
- Stabil detonáció.
- Konstans detonációsebesség.

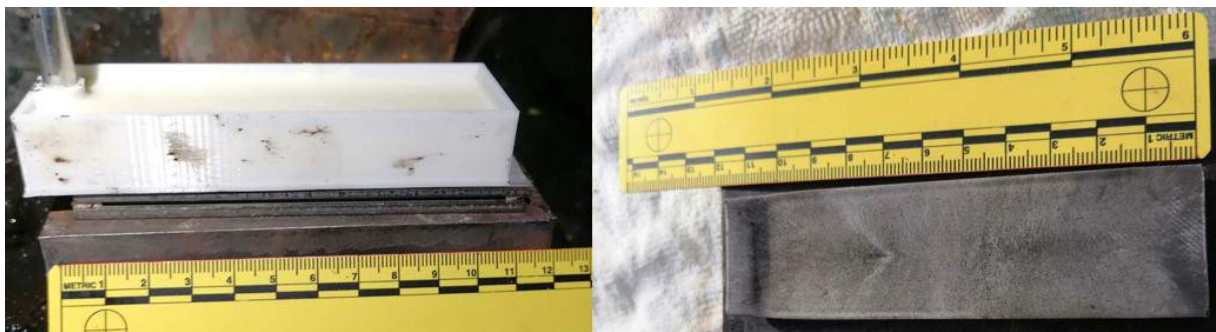
A TKR alacsony kritikus átmérője miatt alkalmas fém-plattírozási feladatokhoz is, amelyeket a következő vizsgálatokkal ellenőriztem, bizonyítottam:

- 3 mm vastag KO33 acél robbantásos hegesztése 3 mm KO33 acéllemezhez, 3 mm eltartási távolsággal, párhuzamos repülő lemez elrendezéssel, 50 g robbanóanyaggal.
- 5 mm vastag vörösréz lemez robbantásos hegesztése 3 mm KO33 acéllemezhez, 3 mm eltartási távolsággal, párhuzamos repülő lemez elrendezéssel, 50 g robbanóanyaggal.
- 3 mm vastag grade 2 titán lemez robbantásos hegesztése 3 mm KO33 acéllemezhez, 5° szög alatti repülő lemez beállítással, alumínium pufferlemezrel.

A sikeres fémhegesztések az alábbi képeken láthatóak.

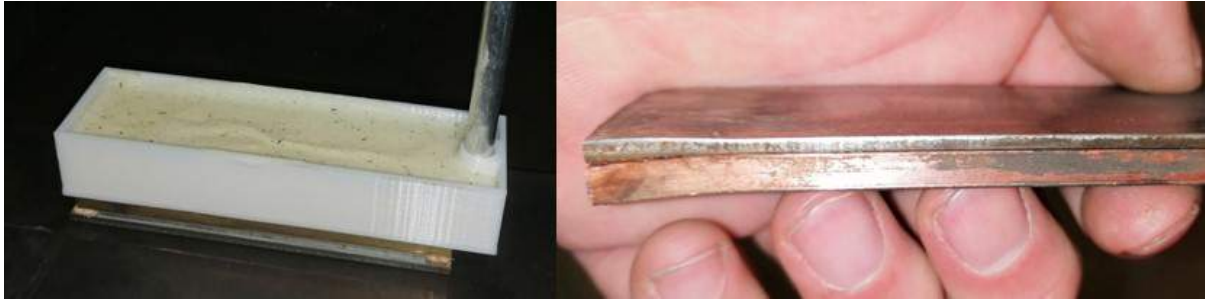


7. ábra: 3 mm vastag, grade 2¹⁶ titán lemez robbantásos hegesztése 3 mm KO33 acélhoz
(a szerző saját felvétele)



8. ábra: 3 mm vastag KO33 lemez robbantásos hegesztése 3 mm vastag KO33 lemezhez
(a szerző saját felvétele)

¹⁶ Wnr.3.7035/Gr2/R50400 jelölésű, ötvözetlen titán.



9. ábra: 5 mm vastag vörösréz lemez robbantásos hegesztése 3 mm vastagságú KO33 lemezhez
(a szerző saját felvétele)

Az összehesztett fémek érintkezési felületéről keresztmetszeti és hosszmetzeti mikroszkópos fotókat készültek, amelyek az alábbi ábrán láthatóak:



10. ábra: 200 μm (b); és 500 μm (j) felbontású felvétel a vörösréz és a KO33 acél között kialakult kohéziós kötésről¹⁷

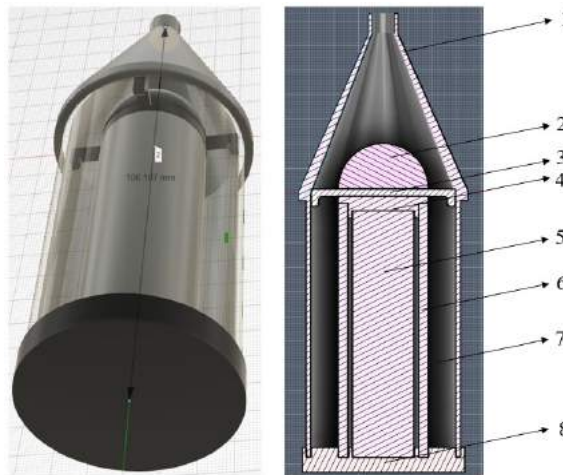
3.2.1. Tengelyszimmetrikus cső plattírozás kísérleti vizsgálata TKR-el.

A TKR képességének vizsgálatára több nem szabványos vizsgálatot terveztem és végeztem el. Ezek célja annak a területnek az elhatárolása és feltérképezése, ahol a TKR biztosan, speciális módon olyan egyedi feladatot tud elvégezni, amelyet másik konvencionális robbanóanyag nem, vagy arra csak körülményesen lenne alkalmazható.

Ebben az esetben egy speciális töltési tér, egyenletes térfogati sűrűségű kitöltése volt a cél, melynek során a TKR stabil koncentrikus detonáció fenntartó képességét vizsgáltam. Az alapötletet a fém- és kerámiaporok robbantásos tömörítésének eljárása adta, melynek során reaktorteknikai berendezések, autoklávok, és egyéb vegyipari gépek speciális kötőelemeit, csatlakozóit állítják elő. Ilyen fokozott vegyszerállóságú anyagok miatt például a cirkónium is elérhetővé válik a plattírozás miatt [38]. Az eljárás lényege, hogy egy plasztikusan alakítható fémcsőbe (tartály) helyezik a kívánt fajtájú kerámia vagy fémport. A csövet kívülről por alakú robbanóanyaggal veszik körbe oly módon, hogy a kívánt robbanóanyag vastagságnak megfelelő belső átmérőjű csövet helyeznek a munkadarab köré (ez lehet pl. prespán vagy egyéb műanyag,

¹⁷ A képeket az Óbudai Egyetem Anyag- és Gyártástudományi Intézetben dr. habil Kovács Tünde egyetemi docens készítette.

hiszen a folyamat szempontjából nincs jelentősége, viszont nem célszerű, hogy a robbanáskor komolyabb repeszhatás alakuljon ki miatta). Ezt a robbanóanyagot egy időben iniciálva a teljes hengerpalást kerületén (pl. egy körbetekert robbanószinórral), a kialakuló „húzógyűrű” beszűkíti a tartályt, összepréselve (tömörítve) a benne lévő port. Az így kialakuló új anyag szilárdságára jellemző, hogy esztergálható, húzható. [39] A kísérletet a fenti eljárást követve terveztem meg, de nem fémcsőbe helyezett kerámia port robbantottam, hanem egy alap fémrúdra egy külső – más fémből készült – csövet próbáltam plattírozni. A konkrét vizsgálat során egy 100 mm hosszú 36x3,5 mm méretű KO 36 (Wnr.1.4541) acélcsővet, egy 25 mm átmérőjű vörösréz rúdhoz robbantottam, tengelyszimmetrikus robbantási eljárással. A teljes szerelvény elrendezése, és keresztmetszeti képe az alábbi ábrán látható:



11. ábra: Tengelyszimmetrikus cső plattírozás felépítése¹⁸

1-központosító-záróelem, 2-árnyékoló betét, 3-központoító, 4-pozicionáló végzáró, 5-réz rúd, 6-KO36 cső, 7-TKR

Az összeállítás lehetővé tette, hogy FDM technológiával¹⁹ gyártott elemekből épüljön fel a vizsgálati darab. Mind a végelemek, mind pedig az ábrán is jelölt részek saját fejlesztés termékei. A szerelvény felépítésének ökölszabálya szerint egyenletes robbanóanyag réteget szerettem volna képezni a vas-réz cső körül, hogy minél jobban reprezentálja a stabil detonáció fenntartható képességét. A TKR vastagsága a cső körül 11 mm volt, a teljes betöltött robbanóanyag mennyiség 313 g.

A cső iniciálás felőli végzáró-elemén árnyékoló betétet helyeztem el, amelynek a célja a detonációs hullám tórusz²⁰ formájú jellegének elősegítése, amely a végtermék felületi minőségének és keresztmetszeti homogenitásának, valamint nem utolsósorban a kohéziós kötés megjelenésének szempontjából kritikus jelentőséggel bír.

A robbantás által formált végtermék a 12. ábrán látható. A bal oldalon a végtermék alsó része, a benne keletkezett üreggel, amely a csőkompresszió miatti tengelyirányú nyúlás miatt következett

¹⁸ A felépítés, méretezés, rajz a szerző munkája.

¹⁹ Fused Deposition Modeling, szálhúzásos 3D nyomtatás.

²⁰ Forgástest, ilyen alakú például a kerékpár gumibelsője.

be. A középső képen a teljes, 104 mm hosszú termék, a jobb oldali képen pedig a teljesen szimmetrikus árnyékoló betét felőli csőszáj szerepel.



12. ábra: KO36-Vörösréz tengelyszimmetrikus plattírozott termék
(a szerző saját felvétele)

A szimmetrikus szerkezet annak a bizonyítéka, hogy a 11 mm vastag TKR-ben egyenletesen és stabil detonációsebességgel haladt végig a robbanás, és a KO36 felülete szimmetrikusan nyúlt meg a körkörös (tórusz jellegű) hullámfront hatására. Amennyiben instabil detonáció esete állt volna fenn, akkor a keresztmetszetben egyszerűen mérhető aszimmetriák alakultak volna ki.

KÖVETKEZTETÉSEK

Cikkemben egy jogi értelemben szinte nem is létező robbanóanyagcsaládról igyekeztem általános ismereteket nyújtani. Teljes képet nem is lehet egy cikk terjedelmében biztosítani, legfőképpen egy robbanóanyag felhasználási lehetőségeit feltárni, illetve a végfelhasználó szempontjából értékelni is. A bináris robbanóanyagokkal közel 10 éve foglalkozom, és a sok mérési eredmény és tapasztalat mellett még mindig akadnak felderítetlen területek. Emellett viszont olyan felhasználási lehetőségekre is fény derült, amelyeket eredetileg nem is érintett volna a kutatási tematikám. A robbanóanyag további vizsgálataival, a keverék finomhangolásával és további vizsgálatokkal biztosan sikerül tovább bizonyítani, hogy van létjogosultsága a többi robbanóanyag mellett.

Hivatkozott irodalom jegyzéke:

- [1] Gowland, W. - Messel, R. - Spiller, J. (1907). Obituary notices: Frederic Just Claudet, 1826–1906; Hermann Johann Philipp Sprengel, 1834–1906; George Bowdler Buckton, 1818–1905. J. Chem. Soc., Trans., 91(0), DOI:10.1039/ct9079100660.
- [2] U.S. Pat. No. 3,523,047A Hydrazine and aluminum containing explosive compositions, 1968.
- [3] Bruce, J.: Az Astrolite-robbanóanyagok. Haditechnikai Szemle 1970/1. 31-32.
- [4] Czapek Béla: Új robbanóanyagok az építés szolgálatában. Haditechnikai Szemle 77/3. 84-88.
- [5] Shepherd, L. – Robert, T. S.: Technical Report ARLCD-TR-78010 an Evaluation of Liquid Explosives for Foxhole Digging, April 1978. US Army Armament Research and Development Command, Large Caliber Weapon Systems Laboratory, Dover, New Jersey.

- [6] U.S. Pat. No. 3,718,512 Porous Particles Containing Organic Liquid And Gaseous Components, (1970).
- [7] U.S. Pat. No. 6,960,267 B1 Multi-component liquid explosive composition and method. (Nov. 1, 2005).
- [8] U.S. Pat. No. 6,405,627 Multi-component liquid explosive composition and method (2003).
- [9] US Pat. No. 9,506,729 B2 Field mixable two-component liquid explosive (Nov. 29, 2016).
- [10] U.S. Pat. No. 5,970,841 Humanitarian demining device (Mar. 30 1998).
- [11] U.S. Pat. No. 5,226,986 Multi-component liquid explosive composition and method. (Nov. 1, 2005).
- [12] Two Component High Explosive Mixtures and Improvised Shaped Charges, 1st ed. 1982. Desert Publications. ISBN:0-87947-251-0.
- [13] Kugyela Lóránd: A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője, *Katonai Logisztika* 2020. évi 4. szám, pp. 58-75.
- [14] Dubé, P., 2004: Study of the Environmental Impacts of the Blowin-Place Procedure of Various Explosives. Munitions and Charges. Defence R&D Canada-Valcartier.
- [15] Anderson, C.J. - Bauer, A.W. (2001): FIXOR: A New Approach to Neutralizing Landmines and UXO. *Journal of Mine Action*. Vol. 5. Iss. 2, Article 32. 86-87; 112.
- [16] Daruka Norbert A robbanóeszközök megsemmisítésének lehetőségei a tűzszerész feladatok tekintetében. *HADITECHNIKA* 2010. VI. Nemzetközi Haditechnikai Szimpózium 2010. május 6–7. Budapest (megjelent a konferencia kiadvány CD-n).
- [17] Institute for Defense Analyses: Operational Evaluation Test of Mine Neutralization Systems, Humanitarian Demining Research and Development Program Night Vision and Electronic Sensors Directorate, 2005. Április.
- [18] Daruka Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei; *Műszaki Katonai Közlöny XXVI. évfolyam*, 2016. 1. szám pp.: 26-44. ISSN 2063-4986.
- [19] Fletcher, L. R. - D'Andrea, D.V. - Dick, R. A. (1983): *Explosives and Blasting Procedures Manual*. US Department of Interior.
- [20] Walter, E. J. - Konya, C. J. (1991): *Rock blasting and overbreak control*. US. DOT, Federal Highway Administration.
- [21] Daruka Norbert: Veszélyes épületszerkezetek robbantásos technológiával történő eltávolításának követelményei, módszerei, biztonsági rendszabályai, *Műszaki Katonai Közlöny* 2011. évi 1-4 összevont kiadás (ISSN 1219-4166), pp.: 95-109.
- [22] Lukács László – Szalay András: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945-1990. között II. rész – Robbantásos fémmegmunkálás. *Katonai Logisztika*, 2020. 4. szám, 194-242.
- [23] Daruka Norbert: Robbanótestek I. - Amit a bombákról tudni érdemes; *Műszaki Katonai Közlöny XXIV. évfolyam*, 2014. 4. szám pp. 68-82. ISSN 2063-4986.
- [24] Kugyela Lóránd: Kisméretű, öntött robbanóanyagból készült üreges töltetek gyártása kísérleti célból, *Műszaki Katonai Közlöny* 28, 2018/1. 39-48.

- [25] Kugyela Lóránd: Különböző robbanóanyagból készült kisméretű kumulatív töltetek teljesítményének összehasonlító vizsgálata Műszaki Katonai Közlöny 28. 2018/3.pp. 280-298.
- [26] Kugyela Lóránd: Penetration efficiency of small sized conical shaped charges in steel targets Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik - Mining Geological Petroleum Engineering Bulletin 34, 2. 2019.pp. 27-34.
- [27] Ember István: Célfeladatra készített kumulatív töltetek kialakításának vizsgálata. Forrás: Szelei Ildikó: A hadtudomány aktuális kérdései 2022. Budapest: Ludovika, 13–28 (2022).
- [28] Ember István: 3D nyomtató alkalmazási lehetősége egyes speciális robbantási feladatoknál. Forrás: Daruka Norbert: Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium Különkiadás 2022, 75–83. Magyar Robbantástechnikai Egyesület, Budapest (2022).
- [29] Ember István: Hatásvizsgálati robbantás kumulatív töltetekkel. Műszaki Katonai Közlöny, 32(4), 13–23 (2022).
- [30] Ember István: Modern kumulatív töltetek hatékonyságának vizsgálata. Haditechnika, 56(6), 15–20 (2022).
- [31] Ember István: 3D nyomtatott lyukasztó töltetek hatásvizsgálata. Hadmérnök 17(4), 63–73 (2022).
- [32] MÜ–224/18. Nyílászáró robbantási szakutasítás. Honvéd Vezérkar Hadműveleti Csoportfőnökség 2012.
- [33] Kugyela Lóránd: Performance test of small size shaped charges; Proceedings of Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials Pardubice, Csehország: University of Pardubice, 2018. pp. 188-198.
- [34] Kramarczyk, B. – Pytlik, M. – Mertuszka, P.: Effect of aluminium additives on selected detonation parameters of a bulk emulsion explosive, High Energy Materials, 2020, 12 (2).
- [35] Norbert Daruka: Advanced Tools for the Explosive Materials Identification. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, pp 455–469.; https://doi.org/10.1007/978-94-024-2174-3_39; Online ISBN 978-94-024-2174-3.
- [36] Kugyela Lóránd: Measuring the jet velocity of the shaped charges, blasting techniques. Conference proceedings of 31th International Conference Stará Lesna 2019.; Slovak Society for Blasting and Drilling Works. pp. 83-86.
- [37] Carvalho, Gustavo & Galvão, Ivan & Mendes, R. & Leal, Rui & Loureiro, A. (2020). Aluminum-to-Steel Cladding by Explosive Welding. Metals. 10. 1062.
- [38] Banker, John & Barberis, P. & Dean, S.. (2010). Explosion Cladding: An Enabling Technology for Zirconium in the Chemical Process Industry. Journal of Astm International. 7. DOI:10.1520/JAI103050.
- [39] Szalay András – Zádor István - Lukács László: Kerámia szigetelésű fémszerelvények készítése robbantásos portömörítéssel. - előadás a XIV. Képlékenyalakító Konferencián, Miskolc, 2012. 02. 16-17. – megjelent a konferencia kiadványában.

CHALLENGES OF ADDITIVE MANUFACTURING OF SHAPED CHARGE CONES

POLIMER KUMULATÍV KÚPOK ADDITÍV GYÁRTÁSÁNAK KIHÍVÁSAI

EMBER István¹

Abstract

Additive manufacturing or 3D printing is continuously evolving in today's world, finding applications in an increasing number of industries. Explosive technology is not exempt from this opportunity, as it can bring significant advantages. This technology not only enables the cost-effective production of individual charges but also offers capabilities that were previously unattainable. The identified challenges and methods along this path help professionals achieve further advancements in the future.

Keywords: shaped charge, additive, blasting, explosive, 3D printing.

Összegzés

Az additív gyártás vagy 3D nyomtatás napjainkban folyamatosan fejlődik, egyre több iparágban alkalmazzák. A robbantástechnika sem maradhat ki ebből a lehetőségből, mert jelentős előnyöket hordozhat. Nem csak az egyes töltetek gyártási költségei tarthatók alacsonyan a technológiával, hanem elérhetők akár olyan képességek is melyeket eddig nem is céloztunk meg. A beazonosított nehézségek és módszerek ezen az úton segítenek a szakembereknek, hogy további eredményeket érhessenek el a jövőben.

Kulcsszavak: kumulatív töltet, additív, robbantás, robbanóanyag, 3d nyomtatás.

BEVEZETÉS

Egy kumulatív töltet esetében sok olyan paramétert és alkatrészt találhatunk, mely nagy jelentőségű és hatással van az adott eszköz hatékonyságára. Mégis a béléstesteket tarthatjuk ezek közül a legfontosabb alkatrésznek, tehát ennek geometriája, anyaga és kialakítása kifejezetten fontos szempont. A jelentősége abban rejlik, hogy a körülötte lezajló robbanás energiáját fókuszálva tudja továbbítani a céltárgy felé, bár ez a leírás kissé egyszerű a folyamat teljes egészét tekintve.

Nem szabad elfelejtenünk, hogy a robbanóanyag szintén meghatározó szereplő a hatékonyságban, ezért egy jól bevált brizáns típus, mely homogén vagy több összetevőből áll egyaránt megfelelhet energiahordozónak. [1][2][3] Az alkatrészek mindegyikének megvan a fontos szerepe a folyamatban, de a fent kettő tényező hiányában nem beszélhetünk kumulatív töltetről. A robbanóanyag önmagában nem képes hatékonyan lyukasztani, még akkor sem, ha üreget képzünk benne. Ez utóbbi állítás természetesen a bélelt üregű változatokhoz képest viszonyítva értendő.

Ezeknek a kifejezetten fontos alkatrészeknek, a béléstesteknek az elkészítése sok módszerrel történhet. Kutatásom során a polimereket vettem vizsgálat alá, tehát kizárólag alacsony sűrűségű alapanyagokra helyeztem a fókuszot. Innentől kezdve az additív gyártás vagy 3D nyomtatás, mint a prototípus gyártás bevett módszere kézenfekvő megoldásnak tűnt. A robbantástechnika esetében is van létjogosultsága tehát a 3D nyomtatásnak. Egy-egy ilyen töltet minden fontos

¹ Egyetemi tanársegéd, Nemzeti Közsolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztoképző Kar, Műveleti Támogató Tanszék; Robbanóanyag-ipari szakmérnök. E-mail: Ember.Istvan@uni-nke.hu, ORCID: 0000-0002-9877-0366.

eleme, alkatrésze elkészíthető valamilyen additív eljárással, mely állítás alól kizárólag a gyártási lánc elemei a kivételek.

Az ilyen kumulatív töltetek esetében a felhasználásuk lehetséges területe az ipar, a katasztrófavédelem, rendvédelem és a hadi alkalmazás. Egyes speciális jégmentesítési feladatok, épületbontási tevékenység részfeladatai, vagy a hagyományos és improvizált robbanótestek megsemmisítése, hatástalanítása egyaránt része a fenti feladatcsoportnak. [4][5][6][7] Természetesen az eltérő tevékenységek eltérő paramétereket igényelnek, melyek egyedi méretezést tesznek szükségessé. [8][9] A jövőben már nem lesz elképzelhetetlen, hogy akár egy darab különleges kialakítású töltetért érdemes legyen energiát fektetni a méretezésbe és a gyártásba a várható megtérülés miatt.

A fenti tevékenységek között több olyan is található, mely kapcsolódik a hadtudomány döntő és kijelölt kutatási irányaihoz, [10][11] ezért döntöttem a terület elemző vizsgálata mellett. Célom megvizsgálni a 3D nyomtatással készített béléstestek gyártásának egyes nehézségeit és a leggyakoribbak esetében javaslatokat megfogalmazni kiküszöbölésükre.

1. ADDITÍV GYÁRTÁS

Az additív technológia felhasználása rendkívül széleskörű, leginkább prototípusokat és egyedi modelleket állítanak vele elő. A korábban sorozatgyártásra csak korlátozottan alkalmasnak tartott technológia, manapság már folyamatos üzemű gépekkel igazolja, hogy mennyire fejlődik. Az ipari felhasználása főleg abban az esetben valósulhat meg egy vállalatnál, ha az rendelkezik digitális raktárral. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy az alkatrész tárolási költségeket csökkentsék és függetlenebbé váljanak az időnként akadozó, sokszor sérülékeny és bonyolult nemzetközi ellátási láncoktól. A prototípusok, melyek ilyen módszerekkel készülnek a kutatást és fejlesztést végző mérnökök számára egyedi lehetőséget nyújtanak, mert rövid idő alatt és olcsón tudnak változatokat készíteni és tesztelni.

A különféle felhasználási területek miatt a műanyag termékek additív gyártása számos eljárás és technológia alapján valósulhat meg. A kutatómérnökök számára ezek előnyeinek és hátrányainak ismerete elengedhetetlen, mert a megfelelő 3D nyomtatási technológia és a konkrét nyomtató típus kiválasztása egy projekt sikerének kulcsa is lehet.

Az eltérő technológiai megoldások az eltérő működési elvüknek köszönhetően különböző anyagok és geometriák nyomtatására alkalmazhatók. A kötőanyagok szerint 7 nagyobb csoportba rendezhetjük ezeket a technikai eszközöket és eljárásokat, melyeknek összesen 15 alcsoportja van. [12] Tanulmányomban a teljesség igénye nélkül kizárólag a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen (NKE) elérhető lehetőségekre fókuszálva mutatom be néhány technológia részleteit.

Az első és talán a legerjedtebb típus a szálhúzásos vagy szálolvasztásos² változat. Az alapanyag tekerceselve kerül a készülékre és a felcsévéltszálat, azaz filamentet mechanikusan bevezetik a „hotend” alkatrészbe. Itt hozzávetőleg 200°C hőmérsékletű³ olvadék lesz belőle, melyet egy extrúderen keresztül juttatnak a tárgyasztalra. A kiáramló forró anyag rétegenként kerül az építőtérbe, mely folyamat során a rétegek egymásra illesztéséhez szükséges elmozdulást a tárgyasztal és a nyomtatófej különálló vagy együttes mozgása biztosítja. Leggyakoribb alapanyaga a polilaktid,⁴ de akár ABS⁵, ASA⁶, PET-G⁷ és nylon filamentek feldolgozása is lehetséges.⁸ Akár több szín is alkalmazható, de ezt a nyomtatófejek száma limitálja. [13][14][15]

Az SLA⁹ típusú 3D nyomtatók merően eltérő elvet alkalmaznak a fentitől. Nagyon pontos, precíz termékek készíthetők ezzel az eljárással. Előszeretettel alkalmazzák olyan esetekben amikor a nagy pontosság elengedhetetlen egy termék esetében, vagy művészi szintű eredményt várnak el. A folyamat során fényre keményedő műgyantába világít bele egy lézersugár. A világítás helyén az anyag megkeményedik és a technológiának köszönhetően az elkészült tárgy felülete sima lesz. [13][14][15]

A szelektív lézeres szinterelés¹⁰ (SLS) a következő technológia. Alapanyaga por, mely általában poliamid, de lehetséges ennek apró szén-szálakkal erősített változata is. Az építőtérbe egy réteg port terít a készülék, melyet ebben az esetben is lézersugarak világítanak meg a megfelelő pontokon. Az elkészült rétegre egy újabb porréteg kerül, majd ismét a lézeres periódus következik. Fontos részlet, hogy a lézer által közölt energia nem elegendő az alapanyag felolvasztáshoz, viszont kémiai kötés kialakul az anyagban. A folyamat sajátossága, hogy az építőtérbe tervezett legmagasabb tárgy fogja meghatározni az alapanyag felhasználását, hiszen odáig a teljes térfogatot ki fogja tölteni rétegenként a készülék. Kulcskérdés tehát a nagy százalékban kitöltött építőtér, bár a nem megszilárdult por visszanyerhető és megfelelő keverési arány mellett visszaadagolható újabb projektekhez. [13][14][15]

Mindhárom bemutatott eljárás rendelkezik jelentős előnyökkel és vannak hátulütői is. Mivel a feladat és a terület melyet vizsgálok nem követeli meg a művészi szintű minőséget és felületi simaságot ezért az SLA technológiát nem elemzem tovább. Az FDM és az SLS eljárásokat viszont olyan lehetőségnek tartom, melyeknek az alkalmazása előremutató lehet.

² FDM – Fused Deposition Modeling.

³ A hőmérséklet alapanyagfüggő.

⁴ Polylactic-acid.

⁵ Akrilnitril-butadién-sztirol.

⁶ Akril-sztirol akrilnitril.

⁷ Polietilén-tereftalát-glikol.

⁸ Több tucat egyéb anyag és keverék alkalmazása lehetséges.

⁹ Stereolithography.

¹⁰ Angolul: Selective Laser Sintering.

2. POLIMER KUMULATÍV BÉLÉSTESTEK

A béléstestek méretezésénél több olyan tényezőt kell figyelembe venni, mely döntő és meghatározó hatással lehet a töltet penetrációs képességére.

Az alapanyag az egyik ilyen szempont. Ha a maximális lyukasztási képesség a cél az adott mérethez, akkor nagy sűrűségű fém a legegyszerűbb választás. Egyes robbantási feladatoknál azonban nem a maximális lyukasztás a legfontosabb. A katonai és rendvédelmi tüzserész szakfeladatok megkövetelhetik, hogy egy bizonyos behatolás után már ne fejtsen ki további jelentős hatást a kumulatív sugár. Ezzel elkerülhető, hogy a detonátor, vagy a fő robbanóanyag töltet felrobbanjon és helyszíni károkat okozzon egy hagyományos robbanótest hatástalanítása során. A fém béléstestek igazolhatóan képesek elműködtetni az egyes robbanótesteket. [16] Ebből a példából jól látszik, hogy indokolt alternatív megoldások és optimalizált méretek alkalmazása.

Egy felhasználási területe a nemfém béléstesteknek a páncélozott célok elhárításához köthető. A reaktív védelemmel¹¹ felszerelt páncélozott eszközök esetében kifejezetten hasznosak lehetnek ezek az alacsony sűrűségű béléstestek. A célpontot ilyenkor egy úgynevezett tandem töltettel szerelt robbanótesttel lehet a legkönnyebben leküzdeni. A két szeparált töltet közül az első feladata a reaktív elem semlegesítése, elműködtetése. A második lépcsőben a fő töltet pedig már elvileg akadály nélkül eléri a páncél felületét és képes kifejteni pusztító hatását. A polimerek alkalmazásának az első töltet béléseként a fent bemutatott elvárások mentén lehet valódi alapja és hozama is. [17]

Meg kell említenem, hogy a fém-polimer kompozitok esetében is lehetséges a penetrációs képességet növelni. Egyes kombinációk képesek együtt hatékony kumulatív sugarat formázni. Erre egy tökéletes példa a politetrafluoretén (PTFE), melyet alumíniummal dúsítva hatékony kompozit anyagot kapunk. [18]



1. kép: FDM eljárással készült bélés-kúp (készítette a szerző)

¹¹ Angolul: Explosive Reactive Armour (ERA).

A következő szempont a forma. Sok változat létezik, de a következők a legelterjedtebbek: félgömb, gömbszelet, kúp, dupla kúp, „*trombita*” forma. A kúp a legegyszerűbb választás, bár a kúpszög esetében szintén széles választékban gondolkodhatunk. A dupla kúp esetében két eltérő átmérőjű és magasságú kúp palástjának egy-egy része alkotja meg a béléstestet. Ennek lekerekített, ívelt változata az úgynevezett „*trombita*” forma mely szintén széles körben alkalmazott. [17]

A harmadik szempont a falvastagság. A kumulatív sugár formálódásakor jelentős a tömegek különbsége a sugár és a mag között, mely a sebességükön is tetten érhető. Mindezek hatással vannak az adott anyagra és formára jellemző elvi kumulatív sugár hosszára, mely egy fontos összetevője a lyukasztási képességnek. Ezt a problémát megpróbálhatjuk kiküszöbölni változó vastagságú fallal. Ez egy ideális esetben képes kiegyenlíteni a fenti különbséget és növekedhet az átlukasztás hatékonysága. [17]

Az minden esetre előre jelezhető, hogy a polimer béléstestek nem fogják kiszorítani a nagy sűrűségű fémekből készült típusokat. De nem is univerzális megoldásokra van szükség. Napjainkban a fent bemutatott gyártási technológiák lehetővé teszik, hogy legtöbb eszközünket az adott feladathoz tervezve és gyártva készítsük el. Ez a lehetőség megnyitotta az utat abba az irányba, hogy ne kizárólag a maximális penetráció irányába haladjon egy-egy töltet fejlesztése.

3. A GYÁRTÁSI ÉS TERVEZÉSI KIHÍVÁSOK

A 3D nyomtatás a fentiek alapján egy elterjedt megoldás, melyet természetesen kumulatív töltetek alkatrészeinek elkészítésére is alkalmazhatunk. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy ezeknek a technológiáknak jelentős különbségeik vannak. Ezek a különbségek a gyártás folyamata során hatást gyakorolnak a tervezési folyamatra is. A rétegről-rétegre felépített tárgyak ugyan lehetnek hasonló alapanyagúak, formájúak, de a tervezés, vagy az építést előkészítő szoftveres folyamat jelentős eltérést mutat. Ez nem leküzdhetetlen akadály, de számításba kell venni minden tervezési folyamat megkezdésekor.

Előfordulhat, hogy az egyes eljárások esetében már az előzetes elgondolás során el kell vetni a lehetséges változatok egy-egy részét. Ennek oka lehet a szálhúzásos nyomtatás esetében például a támaszok generálása. Ez az egyik korlát a folyamat során, mert az építőasztal felületével párhuzamos felületek alatt valamilyen kiegészítő alkatrésze van szükség, mely tartást biztosít az építés alatt. Ezek a támaszok fontosak a technológiához, viszont előfordulhat, hogy eltávolításuk nehézkes és akár utómunkát igénylő felületet hagy maga után. Ezt megelőzhetjük, ha a tárgyat a virtuális építőtérben úgy helyezzük el, hogy a legkevesebb támaszra legyen szükség, vagy a felület érdessége szempontjából érdektelen pontokon érintkezzenek vele. Ez természetesen akkor lehetséges, ha a tárgy orientációja nem lényeges kérdés, mert rétegzett gyártás során a mechanikai tulajdonságok eltérnek az egyes dimenziók irányában. Ez a probléma könnyen kiküszöbölhető vízzoldékony támaszanyag, mint a polivinilalkohol (PVA)

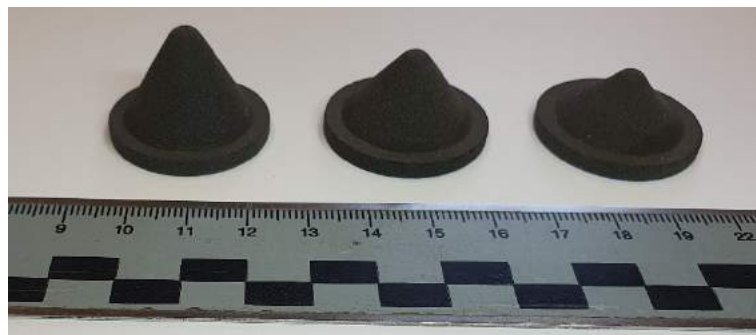
alkalmazásával. Ez jelentősen drágább alapanyag, mint a legtöbb polimer és kizárólag több nyomtatófejes eszközök képesek megfelelően felhasználni.



2. kép: FDM eljárással készült félgömb béléstest a támaszával (készítette a szerző)

A porágyas polimer esetében a fenti probléma nem jelentkezik. A technológia sajátja, hogy az építőtér teljesen feltöltődik alapanyaggal és ilyenkor a lézerral nem megszilárdított térfogatban található por támaszként szolgál, melyet a folyamat végén eltávolítanak. Egyes esetek azonban itt is megkövetelhetik a támasztás betervezését, de erre csak extrém pontos gyártmányok esetében van szükség. Mivel a por elterítését és simítását mechanika végzi az építőtérben azért az ebből fakadó mozgások erőhatásainak kiküszöbölésére oldalról felépített támaszokra lehet szükség. Ez nem hétköznapi igény, a vizsgált területen nem tartom szükségesnek az alkalmazását.

A polimerek esetében, főleg a szálhúzásos eljárás esetében jelentős számú hibalehetőség adódhat, melyet ki kell küszöbölni. Ezek teljes feltárása egy önálló tanulmányt érdemelne azonban az alapanyag minőségéről érdemes néhány szót ejteni. A felcsévelt polimerekről általánosságban kijelenthető, hogy jelentősen érzékenyek a nedvességre. A levegő páratartalma képes akár felhasználhatatlanná tenni a tekercselt anyagokat. Erre a gyártásnál érdemes figyelmet fordítani és a nem használt tekercseket légmentesen tárolni, vagy szárítani, ha ez szükségessé válik.



3. kép: SLS eljárással készült kumulatív kúpok (készítette a szerző)

A pára felvétel az SLS nyomtatás alapanyagának is a gyengéje. A nyomtatóba betöltött és hosszú ideig nem használt por felső rétegeiben jelentkezhet ez az állapot. Ilyenkor egy elindított gyártási folyamat első rétegei, melyek a még száraz alapanyagból készültek tökéletesek lesznek, majd a nedves rétegek bekerülésével a minőség jelentősen romlik. Egyes géptípusok érzékelik a romló minőséget valamilyen vizuális módszerrel és megszakítják a további építést. Kis gyakorlattal könnyen beazonosítható a probléma és a betöltött készlet cseréjével meg is oldható.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az a fent bemutatott tényekből, lehetőségekből és tapasztalatokból jól látszik, hogy az additív megoldásoknak van jelentősége a robbantástechnikában. Nem szabad elvinnünk a lehetőséget a szakemberektől, hogy többek között a terrorizmus alapvető fegyvere, [19] a pokolgépek vagy improvizált robbanótestek [20][21] ellen speciálisan a feladathoz tökéletesen illeszkedő tölteteket alkalmazzanak. Azzal is számolnunk kell, hogy olyan termékek is megjelenhetnek az adott területen, melyek anyagminősége, vagy kialakításának alacsony színvonala jelentős befolyással lehet a gyakorlati feladatvégrehajtásra és ezáltal a biztonságra. [22]

Mivel a terület természetesen duális jellegű, katonai és civil vonalon egyaránt nagy jelentősége lehet és biztosan lesz is a jövőben. A gondolatot tovább elemezve egyes katonai és civil robbantásokat csak a célja különbözteti meg. Ilyen lehet az épületek bontása robbantással vagy a roppantul összetett műszaki támogatási feladatok [23] részeként végzett katonai robbantások.

Ezeknél a töltetknél sok jelentős kérdés merülhet fel a továbbiakban, mint a robbanóanyagok mérgező hatásai [24] és a környezetre gyakorolt hatásuk, melyet a jövőben vizsgálni lesz érdemes. Azonban az vitán felül áll, hogy a 3D nyomtatás napjaink egyik legjobban fejlődő technológiája, melyet vétek lenne kihagyni a robbantástechnika fejlesztéséből.

A fent bemutatott kihívások és problémák ugyan nehezíthetik a gyártást, de megfelelő rutinnal nem okozhatnak számottevő problémát. A szakembereknek, akik ezt a technológiát választják át kell esni egy tapasztalatszerzési folyamaton, de a siker érdekében ez garantáltan megéri.

AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM ÚNKP-23-4-I-NKE-17 KÓDSZÁMÚ ÚJ
NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS
ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.



Hivatkozott irodalom jegyzéke:

- [1] KUGYELA Lóránd: A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. *Katonai Logisztika*, 28(4), 58–75 (2020). Online: <https://www.mkle.net/products/a2020-4-szam/> Letöltés dátuma 2023/09/20.
- [2] DARUKA Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 26(1), 26–44 (2016). Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2187/1456> Letöltés dátuma 2023/09/20.
- [3] LUKÁCS László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből, Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira. *Dialóg Campus Kiadó, Budapest* (2017).
- [4] KOVÁCS Zoltán: Repülőtéri létesítmények fizikai védelme IED ellen. *Repüléstudományi Közlemények*, 26(2), 106–113 (2014). Online: http://real.mtak.hu/14660/1/2014-2-10-0160_Kovacs_Zoltan.pdf Letöltés dátuma 2023/09/20.
- [5] DARUKA Norbert: Robbanótestek I. – Amit a bombákról tudni érdemes. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24(4), 68–82 (2014). Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2014_4_5_Robbanotestek%20I.%20-%20Amit%20a%20bombakrol%20tudni_1.pdf Letöltés dátuma 2023/09/20.
- [6] LUKÁCS László: A kumulatív töltetek és gyakorlati alkalmazásuk. *Műszaki Katonai Közlöny*, 20(1–4), 175–196 (2010). Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2866/2122> Letöltés dátuma 2023/09/20.
- [7] EMBER István: Alternatíva a tüzserész szakfeladatok során alkalmazható kumulatív töltetekre. *Seregszemle*, 14(3–4), 50–63 (2016). Online: <http://docplayer.hu/68314588-A-magyar-honvedseg-osszhaderonemi-parancsnoksag-folyoirata-seregszemle-fegyver-fegyver-kevantatik-es-jo-vitezi-resolutio.html> Letöltés dátuma 2023/09/20.
- [8] EMBER István: Modern kumulatív töltet méretezésének lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(1), 5–15 (2022). Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/5870/4899> Letöltés dátuma 2023/09/20.
- [9] LUKÁCS László: A kumulatív hatás és a kumulatív töltetek méretezése. *Jegyzet a Szárazföldi Haderőnemi Fakultás műszaki hallgatói számára. Magyar Honvédség, Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Műszaki tanszék* (1992).
- [10] BODA József – BOLDIZSÁR Gábor – KOVÁCS László – OROSZ Zoltán – PADÁNYI József – RESPERGER István – SZENES Zoltán: A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök. *Államtudományi Műhelytanulmányok*, 16, 1–23 (2016). Online: <http://www.med.u-szeged.hu/download.php?docID=90702> Letöltés dátuma 2023/09/20.
- [11] BODA József – BOLDIZSÁR Gábor – KOVÁCS László – OROSZ Zoltán – PADÁNYI József – RESPERGER István – SZENES Zoltán: Fókusz és együttműködés. *A hadtudomány kutatási feladatai. Honvédségi Szemle*, 144(3), 3–19 (2016).
- [12] SHER, Davide: 3D Hubs Publishes Complete 3D Printing Technologies Infographic. (2016) Online: <https://www.3dprintingmedia.network/3d-hubs-publishes-complete-3d-printing-technologies-infographic/2023/09/20>

- [13] GÁL Bence – NÉMETH András: Additív gyártástechnológiák katonai alkalmazásának vizsgálata, különös tekintettel a katonai elektronika területére. *Hadmérnök*, 14(1), 231–249 (2019). Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.1.19>
- [14] NÉMETH András – SZABÓ András – BALOG Ferenc: 3D Virtualisation and Visualisation Technologies for Archiving the Results. Forrás: HAUSNER Gábor – NÉMETH András: *Zrínyi-Újvár: A Seventeenth-Century Border Defence System on the Edge of the Ottoman Empire*. Ludovika, Budapest, 225–268 (2020).
- [15] RÁKOSI Sára – SEBŐK István – SZALAI Tamás – VÉG Róbert László: A 3D-nyomtatás biztonságtechnikai és környezetvédelmi aspektusai. *Műszaki Katonai Közlöny* 33(1), 133–148 (2023). DOI: 10.32562/mkk.2023.1.
- [16] ARTUR Steckiewicz – WALDEMAR Trzcinski: Investigation of the reaction of energetic materials on jet impact. Forrás: 17TH International Seminar New Trends in Research of Energetic Materials. University of Pardubice, Pardubice, 1038–1049 (2014).
- [17] EMBER István: Célfeladatra készített kumulatív töltetek kialakításának vizsgálata. Forrás: SZELEI Ildikó: *A hadtudomány aktuális kérdései 2022*. Ludovika, Budapest, 13–28 (2022).
- [18] YI, Jianya – WANG, Zhijun – YIN, Jianping – ZHANG, Zhimin: Simulation Study on Expansive Jet Formation Characteristics of Polymer Liner. *Materials*, 12(5), 744, 1 (2019).
- [19] TOMOLYA János – PADÁNYI József: A terrorizmus jelentette kihívások. *Hadtudomány*, 22(3–4), 34–67 (2012). Online: https://www.mhtt.eu/hadtudomany/2012/3_4/HT_2012_3-4_Tomolya_Padanyi.pdf Letöltés dátuma 2023/09/20.
- [20] KOVÁCS Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(2), 37–52 (2012). Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_2_03%20IED-k%20f%C5%91bb%20%C3%ADpusai%20-%20Kov%C3%A1cs%20Z.pdf Letöltés dátuma 2023/09/20.
- [21] DARUKA Norbert: A jövő háborúi az improvizált robbanószerkezetek alkalmazásának tekintetében, *Sereg Szemle XVI. évfolyam*, 2. szám, 2018. április-június. HU ISSN 2060-3924, pp.: 07-22.
- [22] DARUKA Norbert – KOCSI János Gyula: A kínai termékek hatása a nemzetközi hadszíntéren felbukkanó házilagosan készített robbanószerkezetek kialakítására. *Trhacia Technika 2020*, Slovak Republik, Slovenska spolocnost pre trhacie a vrtacie prace; 2020, pp.: 79-89. ISBN 978-80-89914-08-1.
- [23] KOVÁCS Zoltán: Gondolatok a műszaki támogatás és a műszaki zárás alapjairól. *Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények*, 6(1), 30–35 (2002).
- [24] HERNÁD Mária – KUGYELA Lóránd: Risk of Carbon Monoxid Intoxication in Explosions. *Hadmérnök*, 8(2), 56–64 (2012). Online: http://hadmernok.hu/2012_2_hernad_kugyela.pdf Letöltés dátuma 2023/09/20.

3D PRINTING AND ITS APPLICATION IN THE EDUCATION OF MILITARY BLASTING TECHNOLOGY

3D NYOMTATÁS ÉS FELHASZNÁLÁSA A KATONAI ROBBANTÁSTECHNIKA OKTATÁSÁBAN

DR. KOVÁCS Zoltán¹

Abstract

In military higher education, the training of future engineer officers is takes place in the military leaders' course on BSc level. One of the most important parts of the professional preparation is blasting knowledge, which is included in the training program in the largest number of hours in terms of all taught engineer subjects. From the basics of blasting to the wartime destruction of various structures, the topics cover all sub-fields of military blasting technology. Fewer class hours are available for education, including blasting, and new technologies and munitions have been acquired that further expand the amount of knowledge to be taught in the tight time frame. The more effective acquisition of the expanding knowledge base and the easier understanding of blasting methods can be greatly facilitated by the illustrative materials and educational aids, produced by 3D printing.

Keywords: 3D printing, training aid, military higher education, engineer.

Összegzés

A katonai felsőoktatásban a leendő műszaki tisztek képzése a katonai vezető BSc. alapszakon történik. A szakmai felkészítése egyik leghangsúlyosabb része a robbantás ismeretkör, amely valamennyi oktatott szakmai tantárgyat tekintve az egyik legnagyobb óraszámában szerepel a képzési tematikában. A témakörök a robbantási alapismeretektől kezdve egészen a különböző műtárgyak, építmények háborús rombolásáig kisebb-nagyobb terjedelemben felölelik a katonai robbantástechnika valamennyi részterületét. A szakmai felkészítésre, ezen belül a robbantásra is egyre kevesebb tanulmányi óra áll rendelkezésre, illetve olyan új technológiák, harcanyagok kerültek beszerzésre, melyek tovább bővítik a szűkös időkeret alatt átadandó ismeretek mennyiségét. A bővülő ismeretkör hatékonyabb elsajátítását, a robbantási módszerek könnyebb megértését nagyban elősegíthetik a 3D nyomtatással előállított szemléltetőanyagok, oktatási segédanyagok.

Kulcsszavak: 3D nyomtatás, oktatási segédanyag, katonai felsőoktatás, műszaki.

BEVEZETÉS

Ahogy egy korábbi közleményben már kifejtésre került, a katonai BSc. alapképzésben a műszaki tisztjelöltek felkészítése során rendkívül korlátozott idő és lehetőség áll rendelkezésre a katonai robbantástechnika oktatásához, a gyakorlati fogások többszöri ismétléséhez.

*„A robbantás oktatása tehát tervezetten összesen 126 tanóra, melyhez terveziünk még 2*16 óra kiegészítő terepgyakorlatot, így mindösszesen 158 tanóra áll majd rendelkezésre a katonai robbantási ismeretek oktatására... A robbantás szakmai ismeretköre az évek során azonban csak bővült, új anyagok, eljárások és módszerek jelentek meg, amelyek megismerése persze további időigénnyel jár.” [1; p. 71–72.]*

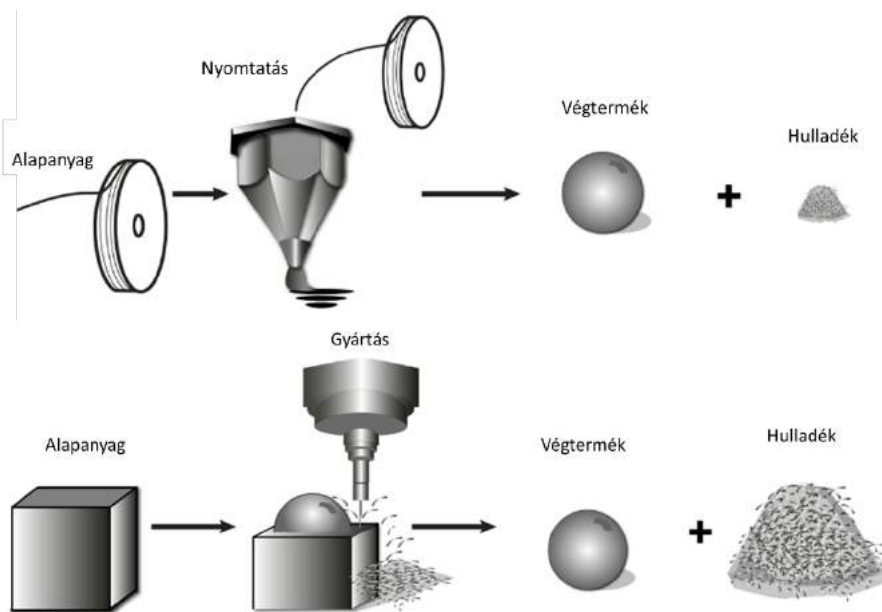
Az ismeretátadás hatékonyságának növelésén lehet képes segíteni a 3D nyomtatási technológia előnyeinek kihasználása és a módszer katonai vagy polgári robbantástechnika [2] oktatása során történő alkalmazása.

¹ MARE alapító tag, MHTT Műszaki szakosztály elnök, egyetemi docens, Nemzeti Közsolgálati Egyetem, Művelési Támogató tanszék. E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu ORCID: [0000-0001-9098-1997](https://orcid.org/0000-0001-9098-1997).

1. A 3D NYOMTATÁSRÓL

A 3D nyomtatással különböző számítógépes tervező/rajzoló szoftverekkel készített digitális modellekből lehet háromdimenziós tárgyakat készíteni additív („anyaghozzáadásos”) módon.

Ennek során rendkívül vékony – néhány tized-, illetve mikro milliméter vastag – anyagrétegek egymásra helyezésével készül el a kívánt tárgy, ellentétben a „hagyományos” megmunkálással, melynek során egy nagyobb méretű nyersanyag-darabból távolítjuk el – pl. forgácsolással – a felesleges anyagrészeket, így ott a végül megmaradó rész lesz a késztermék. Ezt a hagyományos megmunkálást nevezzük szubtraktív („anyagelvonásos”) eljárásnak is.



1. ábra: Az additív (fent) és szubtraktív (lent) módszer sémája [3; p. 6.]

A kétféle módszer (1. ábra) szériagyártási költsége, időszükséglete, anyagvesztése, illetve a végtermék felületi minősége, a szükséges utómunkák mennyisége stb. eltérő, azonban ezek részletes összehasonlító elemzésére a következőkben nem térek ki bővebben, csak az additív eljárást és annak főbb módszereit, eszközeit vázoló fel röviden.

Az additív elven működő „gyártógépeket” nevezzük 3D nyomtatóknak, melyek első példányai az 1980-as években jelentek meg. Eleinte főleg a repülőgép- és az autógyártásban gyors prototípusgyártásra használták, azonban a méretük és piaci áruk csökkenése miatt hamarosan a mindennapi életünkben, az otthonunkban is szerephez jutottak és elterjedtek. Az additív eljárással kapcsolatban a közelmúltban pedig már egy új fogalom is megjelent: a 4D nyomtatás, ahol a negyedik dimenzió az idő. Az így készített tárgy a belső tulajdonságai miatt képes a külső környezeti hatásokra (pl.: hőmérséklet, nyomás, nedvesség) reagálva, az idő múlásával módosulni, átalakulni vagy pedig akár önállóan mozogni!

Ez módszer ugyan még csak „gyerekcipőben jár”, de megjelenésére a jövőben a robbantástechnika oktatásában is valószínűleg számítani kell.

A 3D nyomtatók a készítendő tárgyat rétegenként építik fel. A nyomtatási folyamat több fő részből, mozzanatból tevődik össze.

Az első lépés mindig a digitális tervezés, azaz a legyártani kívánt tárgy 3D digitális modelljének létrehozása. Ezt megtehetjük különböző számítógépes CAD (Computer-Aided Design: számítógépes segítségű tervezés) szoftverek segítségével, de számos köznapi tárgy kész modellje már elérhető és szabadon letölthető internetes platformokról.

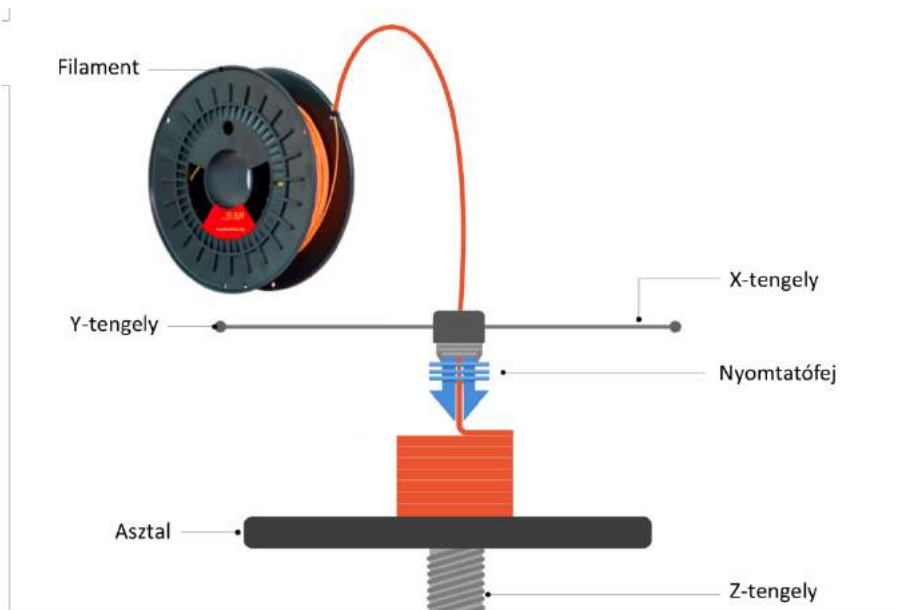
Amennyiben pedig reprodukálni szeretnénk egy olyan tárgyat, melyet korábban máshol nyomtattak ki (és mi nem rendelkezünk annak digitális modelljével), egy 3D szkennert segítségével ez is aránylag könnyen elkészíthető. A 3D szkenneléssel egy objektumot lehet digitalizálni 3D számítógépes modellé, melyhez különböző működési elvű szkennert használhatunk (pl. lézeres, strukturált fény, fotogrammetria alapú, ultrahang stb). A szkennert rögzíti a tárgy geometriáját (2. ábra), majd az adatokat számítógépes szoftverekkel feldolgozva, a létrehozott 3D modellt tovább tudjuk szerkeszteni, optimalizálni és felhasználni.



2. ábra: Egy 3D lézerszkennert alkalmazás közben [4]

A digitális modell elkészítése után a szoftver vékony szeletekre darabolja azt fel, ahol minden réteg egy vékony, sík szakaszát képviseli a tárgynak, és ezek rétegről rétegre épülnek fel. A szoftver meghatározza a nyomtatáshoz szükséges főbb paramétereket, például a rétegvastagságot, a nyomtatási sebességet és a hőmérsékletet is.

Ezt követően kezdődhet a tárgy előállítása, maga a nyomtatási folyamat, amely során a nyomtató az előre meghatározott alapanyagot (pl. műanyag filament, gyanta, fémpor, fémszál) adagolja a nyomtatófejbe, amely megolvastja azt és vízszintes irányokban mozogva, rétegenként rakja le a nyomtatóasztalra. Az asztal függőleges mozgása teszi lehetővé a készülő tárgy magasságának növelését (3. ábra). A nyomtatás befejezését követően az elkészült tárgy a szükséges utómunkálatok (pl. tisztítás, csiszolás, festés, esetleges összeszerelés) elvégzése után már felhasználható.



3. ábra: Egy 3D nyomtatás elvi sémája [5]

2. MŰANYAGOK NYOMTATÁSA

Többféle 3D műanyag- és fémnyomtatási módszer létezik, mindegyiknek vannak sajátos előnyei és hátrányai.

A műanyag-nyomtatásban napjainkban az egyik legszélesebb körben alkalmazott és talán a legkönnyebben hozzáférhető additív gyártási technika az FDM (Fused Deposition Modeling) módszer. Egy fűtött nyomtatófej 1–3 milliméter átmérőjű polimerszálakat (általában PLA vagy ABS) kb. 200°C körüli hőmérsékleten megolvaszt és rétegekre terít, majd a rétegek egymásra rakódnak (4. ábra). Ezt a technológiát FFF (Fused Filament Fabrication) vagy szálhúzásos 3D nyomtatásként is szokták említeni.



4. ábra: FDM 3D nyomtatók és tervezőszoftverük [6]

Ennél a módszernél nagyon széles és viszonylag olcsó az alapanyag választék, állítható a nyomtatási falvastagság és kitöltési sűrűség, aminek köszönhetően nagyon könnyű, de erős

tárgyak állíthatók elő, melyeket könnyű felület-kezeleni és festeni. A végtermék szilárdsági és teherbíró képessége tovább fokozható a különböző szálerősítéssel technikákkal: szén-, üveg- vagy kevlárszál darabokat hozzáadva. A hátránya viszont, hogy ez az egyik legidőigényesebb 3D nyomtatási eljárás, valamint a nyomtatási rétegvonalak is jobban észrevehetőek, mint más 3D nyomtatási módnál.

Az SLA (Stereolithography) nyomtatók lézer segítségével egy folyékony fotopolimer anyagot kötik össze rétegről rétegre, melynek szilárdulásához UV-fényre van szükség. Ez az eljárás viszonylag gyors, a kis rétegvastagság (akár 0,025 mm) miatt az apró részletek is jól láthatóak, a felületi minőség kiváló, a rétegződés alig vagy egyáltalán nem észlelhető. Hátránya, hogy tartós közvetlen napsugárzás hatására a legyártott tárgy idővel széttöredezik.

Az SLS (Selective Laser Sintering) nyomtatók már poranyagot használnak, melyet egy lézer melegít fel, ami összeolvad és megköt egy réteget. Ezután a nyomtatóasztal lejjebb mozog, és egy újabb réteg poranyag kerül el rajta, majd a folyamat ismétlődik. Ma talán ez az egyik legnépszerűbb nyomtatási technológia, mivel ár és minőség arányban is az egyik legjobb.

3. FÉMEK NYOMTATÁSA

A 3D fémnyomtatás nyersanyaga a fémpor vagy fémszál. A nyomtatási eljárások igen változatosak, némelyik nagy energiájú lézereket használ a porszemcsék egymáshoz kötéséhez, de létezik szálhúzásos eljárás is, ahol a szál valamilyen mátrix anyag és fémpor kombinációja.

A leggyakoribb por alapú fémnyomtatási eljárás az SLM (Selective Laser Melting), ahol a nyomtató nagy energiájú lézersugárral olvasztja össze a nyomtatandó tárgy rétegeit. Ez a technológia a legelterjedtebb ipari fémnyomtatási eljárás, a többi technológiát általában ehhez hasonlítva értékelik. A nyomtatási sebesség közepes, a nyomtatás pontossága a lézersugár szélességétől és a rétegvastagságtól függ.

Az EBM (Electron Beam Melting) fémnyomtató lézersugár helyett elektronsugárral olvasztja meg a fémport. A technológia pontossága az SLM változathoz képest alacsonyabb, azonban a nyomtatás folyamata nagyobb tárgyak esetén gyorsabb.

A PDED (Powder Direct Energy Deposition) vagy profújasos nyomtatás hasonlít az SLM-hez, de itt nem az építőtálcán teríti el egyenletesen a fémport a nyomtató, hanem egy nyomtatófejből fújja azt a tárgyra, a fújás közben a nyomtatófejen lévő lézer azonnal megolvasztja a fémport. Mivel mindkét eljárás (SLM és PDED) lézert használ a fémpor olvasztásához, a kapott alkatrészek minősége nagyon hasonló.

A WDED (Wire Direct Energy Deposition) vagy huzalos fémnyomtató por helyett fémszállal dolgozik, melyet itt is egy lézer olvaszt meg. Elsősorban nagyméretű és gyorsabb fémnyomtatáshoz használják, de a nyomtatott tárgyak kevésbé pontosak a korábban felsorolt eljárásokhoz képest. További előnye, hogy képes többféle fémhuzalt ötvözni.

A BJ (Binder Jetting) vagy kötőanyag-sugaras fémnyomtatás sokat fejlődött az utóbbi időben. A BJ nyomtató a hagyományos papírra történő 2D nyomtatásból származó fűvókás technológiát használja. Először egyenletesen fémport terít szét az építőtálcán, de olvasztás helyett a 2D nyomtatóknál is használt fűvókák polimert fecskendeznek a nyomtatandó tárgy keresztmetszetének megfelelő területre, finoman összefogva ezzel a fémport. A művelet rétegről rétegre ismétlődik, amíg fel nem épül a végtermék, melyet utókezelni (szinterezni) kell. A nyomtatott tárgyat annak olvadási hőmérsékletének közelébe hevítik egy kemencében, a kötőanyag elég, a megmaradt egymáshoz kötött fémpor részecskék alkotják a most már tisztán fém alkatrészeket.

A BPE (Bound Powder Extrusion) vagy kötött por alapú extrudálásnál valamennyi fenti típustól eltérően a nyomtatás alapanyaga viasszal és polimerrel kötött fémpor, ami sokkal biztonságosabban és könnyebben kezelhető a tiszta fémpornál. Kiszerezésében az FDM nyomtatók „filament” alapanyagához hasonlít, maga a nyomtatási folyamat is azon a működési elven történik.

Nyomtatás után a végterméken utómunkát kell végezni. Először a polimert és a viaszt ki kell mosni egy erre kialakított speciális munkaállomáson, majd a tárgyat szinterezni kell (5. ábra). Szinterezés után az alkatrészek zsugorodnak a kioldott viasz és polimer miatt, az elvárt felületi minőség eléréséhez pedig néha polírozni is kell.



5. ábra: Fém 3D nyomtató a mosó és a szinterező munkaállomásokkal [7]

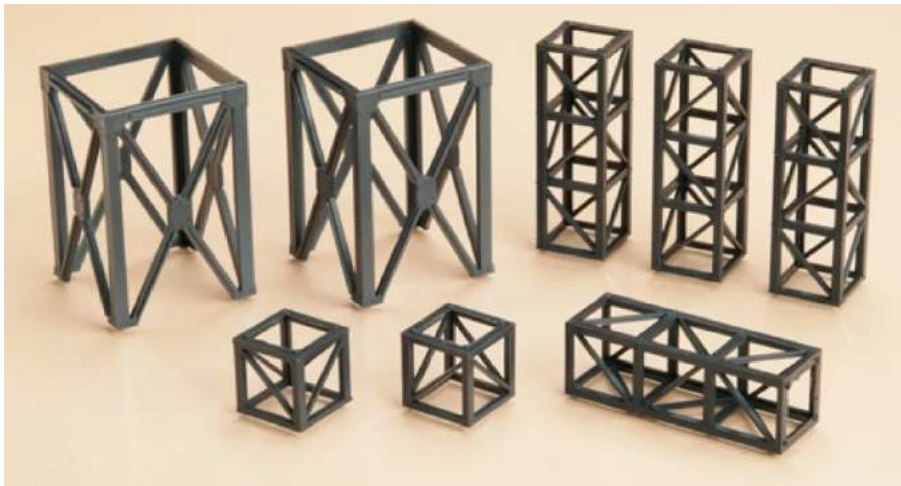
4. ADDITÍV GYÁRTÁS FELHASZNÁLÁSA A ROBBANTÁS OKTATÁSÁBAN

Az additív gyártás és az ilyen eljárással előállított tárgyak oktatásban/kiképzésben történő felhasználása már több területen is elkezdődött.

A 3D nyomtatással készített különböző szemléltető eszközök a diákok (tisztjelöltek) számára „kézzelfogható közelségbe” hozzák a tankönyvekben található szöveges-rajzos információt, ami segíti azok könnyebb megértését, a logikai gondolkodást és a kreativitást. Ez pedig különösen fontos lehet a robbantástechnikában, ahol nem minden esetben van azonnal vagy rövid időn belül lehetőség a tényleges, valós gyakorlásra, végrehajtásra egy-egy ismeretkör elméleti elsajátítását követően.

A katonai robbantás ismeretkörei a képzés során több félév szakmai tananyagát képezik, és magukba foglalják az alapismerettől kezdve a különböző háborús robbantási feladatok megismerését. A tananyag következő főbb tárgykörök köré épül:

- robbanóanyagok és töltetek;
- a töltetek iniciálása;
- fa szerkezeti elemek robbantása;
- fém szerkezeti elemek robbantása;
- téglakő-beton-vasbeton szerkezeti elemek robbantása;
- talajok, kőzetek hajító és lazító robbantása;
- utak és műtárgyaik rombolása;
- épületek rombolása;
- hidak rombolása;
- jégrobbantás. [8][9]



6. ábra: Kicsinyített fém tartószerkezetek műanyagból elkészítve [10]

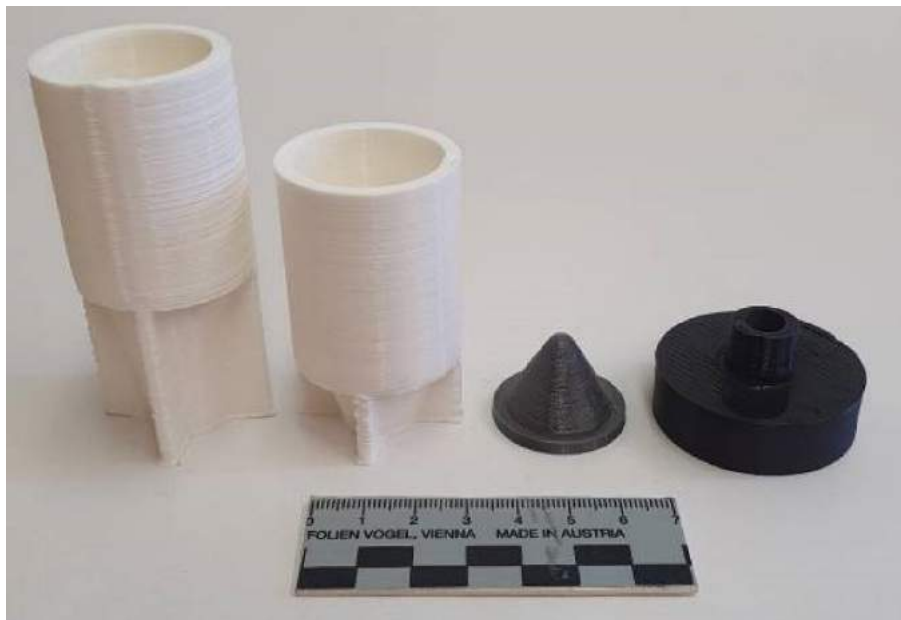
A tárgykörök közül nem mindegyikhez kapcsolódik valós gyakorlati rész, az elméleti tananyagot legfeljebb csak számítási-tervezési gyakorlati anyagrészt követi. Ilyenek pl. a háborús (út, épület,

híd) vagy jégrobbantási tárgykörök, ahol tényleges rombolás végrehajtása békeidőszakban, kiképzési jelleggel egyáltalán nem lehetséges.

Ezeknél a tananyagrészeknél viszont különösen hasznos lehet legalább a tanteremben begyakorolni például a különböző töltetek elhelyezését, rögzítését egyes bonyolult szerkezeteken, összetett tartókon, amelyeket méretarányosan kinyomtattunk műanyagból vagy esetleg fémből (6. ábra).

A 3D nyomtatással előállított préstestekkel akár a különböző alakú, méretű, többféle préstestből álló töltetek összeállítását is el lehet sajátítani, be lehet gyakorolni a tanteremben.

A 3D nyomtatással a kumulatív töltetek [11] alkalmazása is begyakorolható a tanteremben imitált, a robbantótéren pedig akár valós robbanóanyag töltettel szerelve (7. ábra): „...tökéletes lehet kis méretű idomtöltetek, kumulatív töltetek és vágótöltetek házának elkészítésére. A kumulatív vagy vágótöltetek esetében a béléstest kialakítására is alkalmas lehet egy ilyen 3D nyomtató... [12; p. 78.]



7. ábra: Kumulatív töltetek 3D nyomtatással készített alkatelemei [12; p. 79.]

Még az egyik legegyszerűbb robbantási fogás, az első kiképzési tárgykör egyik gyakorlati mozzanatát képező ún. szerelt gyutacs (az időzített gyújtószinór robbantógyutacsba történő rögzítési fogása) is elkészíthető a padban ülve, fémmnyomatással előállított gyutacsokkal, nem kell éles anyaggal a robbantótéren szembesülni a hallgatónak először ezzel a mozzanattal!

Bár nem kifejezetten a katonai robbantástechnika területéhez soroljuk, hanem a műszaki záráshoz, de a 3D nyomtatással előállított, mozgó alkatrészekkel rendelkező különböző aknamodellek is nagymértékben segíthetik az adott aknatípus működési elvének, az aknatelepítési fogásoknak hatékonyabb és könnyebb, magabiztosabb elsajátítását.

A „digitális raktárunk” pedig megkönnyíti a foglalkozásokhoz szükséges logisztikai háttér biztosítását is. Nem kell egy tényleges, valós raktárban tárolni, mozgatni, időszakonként

megszámlálni, valamint a gyakorlótérre ki- és visszaszállítani a különböző anyagokat, eszközöket, hanem az oktatási igényeknek megfelelően, a kellő időpontban, a „raktárban” (tervezőprogramban) tárolt tervrajzok alapján csak ki kell nyomtatni a használni kívánt szemléltető/gyakorló tárgyakat a szükséges darabszámban, méretben és anyagból.

A fenti néhány gondolatébresztő alkalmazási lehetőség felvillantása után azt is meg kell említeni, hogy az additív eljárás fokozott odafigyelést és rendszabályok ismeretét követeli meg.

A katonai és a polgári robbantástechnika területén egyaránt elmondható, hogy a robbanóanyag-ipari termékek gyártása és felhasználása során is vannak speciális szabályok, melyeket be kell tartani. [13][14] Ugyancsak kijelenthető, hogy bármelyik fentebb felvázolt additív nyomtatási eljárást alkalmazzuk az oktatástámogatásban, figyelembe kell venni és szigorúan be kell tartani a vonatkozó egészségügyi és munkavédelmi rendszabályokat.

A 3D nyomtatók egészségre ártalmas anyagokat – pl. szabad szemmel nem észlelhető finomságú fém- vagy műanyagpor-szemcsék – bocsáthatnak ki a környezetbe, és amennyiben nincs megfelelő elszívó/légtisztító berendezés a helyiségben, vagy nem rendelkezünk megfelelő személyi védőfelszereléssel, az egészségre káros hatást jelentenek.

A nyomtató eszközök mozgó alkatrészeket tartalmaznak és egyes elemeik a nyomtatás folyamán nagyon magas hőmérsékletre hevítődnek, amely ugyancsak kiemelt figyelmet követel meg az alkalmazótól. [15]

Összességében megállapítható, hogy az additív gyártástechnológia megjelenésére, elterjedésére a jövőben az élet minden területén – így az oktatás, felkészítés folyamán is – számíthatunk. A 3D nyomtatással műanyagból vagy fémből elkészített különböző szemléltető, gyakorló eszközök megkönnyítik a bonyolult ismeretek, gyakorlati fogások elsajátítását, ezzel hatékonyabbá teszik a katonai kiképzést. A katonai robbantástechnika az egyik műszaki kiképzési ág, ahol ez az állítás különösen igaz.

Hivatkozott irodalom jegyzéke:

- [1] KOVÁCS Zoltán: Robbantás oktatás a katonai BSc. képzésben. Forrás: In: Daruka, Norbert (szerk.) Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium Különkiadás 2022 Budapest, Magyarország, Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 61–74. (2022).
- [2] DARUKA Norbert: Robbantástechnika II. - A robbantástechnikai képzés jelene jövője és annak helye a hazai szakmai életben. In: Daruka, Norbert (szerk.) Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium Különkiadás 2022 Budapest, Magyarország, Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 21–31. (2022).
- [3] GAO-16-56 Defense Additive Manufacturing. United States Government Accountability Office, (2015). GAO honlap, <https://www.gao.gov/products/gao-16-56> Letöltés dátuma: 2023/09/12.

- [4] 3D Laser Scanners: A Buyer's Guide for Professionals. Honlap, <https://www.creaform3d.com/blog/3d-laser-scanners-a-buyers-guide-for-professionals/>
Letöltés dátuma: 2023/09/12.
- [5] Digitális mérnökiroda és műszaki szaklap: Milyen 3D nyomtatót vegyek? – 1. rész: Az alapok. Honlap, <https://mérnökiroda.hu/2021/01/31/milyen-3d-nyomtatot-vegyek-1-resz-az-alapok/> Letöltés dátuma: 2023/09/12.
- [6] A világ legfejlettebb kompozit 3D nyomtatói Magyarországon. Honlap, <https://www.freedee.hu/a-vilag-legfejlettebb-kompozit-3d-nyomtato-i-magyarorszagon/>
Letöltés dátuma: 2023/09/12.
- [7.] Műszaki Magazin. Honlap, <https://www.muszaki-magazin.hu/2019/05/03/femnyomtatasi-verhetetlen-aron-magyarorszagon-markforged-metal-x-rendszer-freedee/> Letöltés dátuma: 2023/09/12.
- [8] DARUKA Norbert: Jégvédekezés robbantással; Műszaki Katonai Közlöny XXIV. évfolyam, 2014. 4. szám pp. 51-67. ISSN 2063-4986.
- [9] DARUKA Norbert: Robbantástechnika a katasztrófaelhárításban. Trhacia Technika 2018, Slovak Republik, Kongresové centrum ACADEMIA Stará Lesná 23-25. mája 2018, pp.: 58-70. ISBN 978-80-89914-02-9.
- [10] VMC Hobby. Honlap, <https://vasutmodell-centrum.hu/auhagen-48576-acel-tartoszerkezet-elem-8-db-h0tt> Letöltés dátuma: 2023/09/20.
- [11] EMBER István, ÁDÁM Balázs: Kumulatív töltetházak 3D nyomtatása. Hadmérnök 17: 3, 35–44. (2022).
- [12] EMBER István: 3D nyomtató alkalmazási lehetősége egyes speciális robbantási feladatoknál. In: Daruka, Norbert (szerk.) Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium Különkiadás 2022 Budapest, Magyarország, Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 75–83. (2022).
- [13] DARUKA Norbert: Critical Infrastructure Protection in the Production and Use of Explosives Industry Products. In: Anna Kovács, Tünde; Nyikes, Zoltán; Fürstner, Igor (szerk.) Security-Related Advanced Technologies in Critical Infrastructure Protection: Theoretical and Practical Approach Heidelberg, Németország: Springer Netherlands Chapter 26, 469 p., 297–313. (2022).
- [14] NYIKES Zoltán – DR. DARUKA Norbert – DR. KOVÁCS Tünde Anna: Robbantás hatására bekövetkező szerkezetváltozások elemzése; Műszaki Tudományos Közlemények; 10. évfolyam (2019); 1. kiadás (2019. április); pp.: 55-58. ISSN 2601-5773; DOI: <https://doi.org/10.33894/mtk-2019.10.07>.
- [15] RÁKOSI Sára, SEBŐK István, SZALAI Tamás, VÉG Róbert László: A 3D-nyomtatás biztonságtechnikai és környezetvédelmi aspektusai. Műszaki Katonai Közlöny 33: 1, 133–148. (2023).

POSSIBILITIES OF FORCIBLE OPENING OF WINDOWS AND DOORS

NYÍLÁSZÁRÓK ERŐSZAKOS NYITÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

SZALKAI László¹

Abstract

Forcible entry techniques are widely used by the world's elite. On the one hand, it is necessary to choose such solutions in order to gain a tactical advantage, and on the other hand, sometimes, to take into account criminal circumstances. In order for an operation to be successful, a number of preliminary actions must be taken, such as: analysis of "technical obstacles". This is understood as the area or objects that lie between the target to be intercepted and the operational units. These objects are mostly high walls, fences, entrance doors, windows. The primary activity of any task execution is to overcome or destroy these obstacles in some form. This activity is carried out by specially trained professionals, based on primary information or as a result of immediate evaluation. The secret of their success lies in high quality professional training, teamwork and creativity.

Keywords: forced entry, operations units, training, 3D printing.

Összegzés

Az erőszakos behatolási technikákat széles körben alkalmazzák a világ elit egységei. Egyrészt a taktika előny megszerzése érdekében, időnként pedig a bűnügyi körülményekre való tekintettel szükséges ilyen megoldásokat választani. Ahhoz, hogy egy művelet sikerrel záródjon számos előzetes cselekvésnek kell megvalósulnia, mint például: a „műszaki akadályok” kielemezése. Ez alatt azt a területet, illetve tárgyakat értik, amelyek az elfogni kívánt célszemély és a műveleti egységek között helyezkednek el. Ezek a tárgyak legtöbbször magas falak, kerítések, bejárati ajtók, ablakok. Minden feladat végrehajtás elsődleges tevékenysége ezeknek az akadályoknak valamilyen formában történő leküzdése, megsemmisítése. Ezt a tevékenységet a speciálisan erre kiképzett szakemberek - az elsődleges információk alapján vagy azonnali kiértékelésből adódóan - végzik. Sikerük titka a magas színvonalú szakmai képzésben, csapatmunka összhangban és a kreativitásban rejlik.

Kulcsszavak: erőszakos behatolás, műveleti egységek, kiképzés, 3D nyomtatás.

BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedekben a nyílászárók fizikai ellenállóképességének tekintetében jelentős újítások mentek végbe. Az újonnan alkalmazott anyagok és technológiai fejlesztések merőben más és jobb technikai megoldásokkal képesek a nyílászárókat ellenállóbbá tenni. Sajnos ezeket az újításokat a nem törvénytisztelő állampolgárok is nyomon követik, amelyek a rendvédelmi szervezetek az elfogásukra rendelt állományát napról napra nehéz feladat elé állítja.

Az ezredforduló előtt beszerelt fakeretes, – szimpla vagy duplaüveggel ellátott – ablakok helyett már olyan korszerű műanyag, – fém vasalású – alumínium keretes, edzett üveggel ellátott ablakok, illetve ajtók kerülnek beépítésre, amelyek már nem csak a jó testi fizikumot, hanem a megfelelő kiképzést és tapasztalatot is megköveteli a bevetési, műveleti állományoktól.

Nyilvánvalóan ezek a termékek arra hivatottak, hogy a támadókat az objektumon kívül tartsa vagy hátráltassa annak leküzdésében, – hogy az ember élete és anyagi javaik biztonságban legyenek – azonban a „törvényen kívüliek” is hasznát élvezik. Ezeket a fejlesztéseket – ha nem is mindig tudatosan – a bűnözői körök, is előszeretettel alkalmazzák. Sajnos, ezek az újítások új

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz – National University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, doctorandus; szalkai.laszlo81@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4843-4591.

kihívások elé állítják a rendvédelmi szerveket is, hiszen, ha szükséges a nyílászárók erőszakos megnyitásával – minél gyorsabban – be kell juttatni a műveleti állományt a területre. [1]

Szerte a világban speciális bevetési egységek megközelítőleg hasonló technikai felszereléseket alkalmaznak a nyílászárók megnyitására. Természetesen ezek a felszerelések az adott térségre jellemző építészeti különbözőségeik alapján változnak. Az erőszakos nyílászárók nyitásához különböző felszereléseket alkalmazhatnak. „Könnyű” törő eszközök, hidraulikus vagy pneumatikus kézi berendezések, robbanómotoros vágóeszközök és robbanóanyaggal történő nyitó eszközök alkalmazása válik lehetővé az elérni kívánt cél érdekében.

A robbanóanyaggal történő erőszakos nyitás előnyei:

- a nyitás pillanatában a műveleti egységek a nyílászárótól távolabb fedezék mögött, biztonságosabb helyen tartózkodhatnak;
- a robbanás az emberi szervezetre ható káros hatásai (dörej, füst, lökéshullám stb.) az „ellenfél” számára néhány másodpercnyi sokkot okoznak, amely a műveleti egység biztonságát elősegíti a nyitást követően;
- a nyílászáró megnyitása pillanat idejű, tehát a más módon történő nyitások által generált idővesztés nem lehet az „ellenfél” előnyére, hogy felkészüljön az egységek fogadására.

Hátránya: nem feltétlenül minden esetben alkalmazható megoldás.

Ahhoz, hogy ezeket a robbantási tevékenységeket biztonságosan lássuk el, tisztázni kell néhány tényezőt, amelyet lentebb ismertetek.

1. A BIZTONSÁGI TÁVOLSÁG

Alapvetően a robbantási feladatok végrehajtásának egyik meghatározó eleme a környezet megosztottsága, illetve az azt körülvevő terület fizikai elhelyezkedése, beépítettsége. A változó komponensek alapján összevetem a katonai és rendvédelmi területen alkalmazható és/vagy meghatározott robbanóanyagok szerkezeti összeállítását, illetve azokat az irányelveket, melyek alapján végrehajtják az előkészítést, a telepítés folyamatát, a taktikai tevékenységeket nem vizsgálva.

A biztonsági távolságot befolyásoló legfontosabb tényezők:

- A felhasznált nettó robbanóanyag tömegének a növelése során növekszik a robbanás ereje, tehát a káros hatásokkal ennek arányában számolni kell. A nagyobb detonáció miatt a biztonsági távolságot is növelni szükséges.
- A felhasználni kívánt robbanóanyag mennyiségét befolyásolja a nyílászáró típusa és az épület jellege, illetve ezek alkotóelemeinek a típusa, fizikai tulajdonságaik. Nagy mértékben befolyásolja a biztonsági távolságot a nyílászáró anyaga, hiszen a robbanás másodlagos hatásaként keletkező repeszek különböző repülési távolsággal és átütő erővel rendelkeznek. Különös figyelmet kell fordítani az épületen belül

végrehajtásra kerülő robbantásoknál a robbanás káros hatásaira: a másodlagos repeszhatásra és a robbanás során felszabaduló égéstermékek emberi szervezetre gyakorolt káros hatásaira.

- A védőeszköz tekintetében például a ballisztikai pokróc vagy a ballisztikai pajzs jelentősen csökkentheti a repeszhatást, de ide sorolhatók egyéb fizikai fedezék előnyei is.
- Nemcsak a nyílászáró robbantásoknál, hanem minden esetben törekedni kell arra, hogy a terület fizikai fedezékeit használjuk. Leggyakrabban ez a célépület sarka vagy egy társasház lépcsőfordulója lehet. Amennyiben ezek a lehetőségek nem állnak rendelkezésre, akkor a könnyen telepíthető eszközöket kell felhasználni (ballisztikai pajzsot, vagy egyéb szükségeszközöket).
- A szél, eső, hőmérséklet, páratartalom, általában elhanyagolható hatást gyakorolnak a feladat végrehajtására.

1.1. A biztonsági távolság megállapítása

A biztonsági távolság meghatározására alapvetően hatással van: a robbanóanyag nettó tömege, a robbanás környezete és annak beépítettsége, a nyílászáró típusa, valamint az állomány védőeszközökkel való ellátottsága (védőpajzs, ballisztikai pokróc stb.). [2]

Ezen lehetőségek figyelembevételével három fő esetet különböztetünk meg.

1. eset: A maximális védőfelszerelés alkalmazása mellett, fedezék használatával szabadban történő nyílászáró robbantás: ebben az esetben tartózkodhatunk a legközelebb a robbanáshoz.

Ilyen esetben a behatoló egység a lökéshullám biztonsági távolságán kívül, de a repesz biztonsági távolságon belül, a repeszhatástól védve helyezkedik el.

Ebben az esetben a „K” értéke: 0,714.

2. eset: Védőeszköz, hallásvédő és fedezék használata nélkül végrehajtott nyílászáró robbantás szabadban:

Ilyen eseteknél sokkal nagyobb biztonsági távolságot kell tartani a sérülések elkerülése érdekében. A „K” értéke: 13.

3. eset: Nyílászáró robbantás védőfelszerelések, lehetőségek maximális alkalmazása mellett, zárt térben (épületen belül):

a biztonsági távolság meghatározásánál az 1. eset a mérvadó azonban annak végeredményét kétszer kell szorozni. A műveleti robbantási feladatok során ez az alkalmazható számítási érték.

A biztonsági távolság meghatározásához használt képlet: $BT = K \times NRT \sqrt[3]{}$

– „BT - biztonsági távolság méterben kifejezve.

- *K* - a robbanóanyag tömegétől függő állandó tényező; a Nettó Robbanóanyag Tömegével arányos, egyben a terjedő lökeshullám által kifejtett nyomásváltozást kifejező érték.
- *A* „*K*” tényező $NR T$ - nettó robbanóanyag tömeg = felhasznált gyújtószer tömege \times trotilegyenérték + robbanóanyag tömege \times trotilegyenérték.
- *Köbgyök* - a félgömbszerű lökeshullám kialakulása esetén az adott felületre gyakorolt nyomás a robbanás középpontjától köbösen csökken, mivel a robbanás során keletkező egyenletesen táguló gáz térfogata is köbösen csökken.”²

A Nettó Robbanóanyag Tömeg (NRT) a készített töltet tömegének és a gyújtószer tömegének összege trotil egyenértékké konvertálva, grammal kifejezve. A nyílászáró robbantásnál a felhasznált robbanóanyag tömegének mennyiségét a gyújtószer és az indítóhálózat robbanóanyag tartalma jelentősen befolyásolhatja. [4]

A leküzdeni kívánt nyílászárók berobbantásához különböző töltetmennyiséget alkalmaznak, amely függ a nyílászáró méretétől, formájától, anyagától, legfőképpen nyitásának irányától. Az ehhez alkalmazni kívánt robbanóanyag arányban áll a nyílászáró fizikai ellenálló képességével. A lehető legkisebb „károkozással” a kívánt cél elérése. [5]

A pontos Nettó Robbanóanyag Tömeg meghatározásának célja kettős irányultságú:

- egyrészt determinálja a szükséges robbanóanyag felhasználását az adott típusú nyílászáró megnyitásához;
- másrészt a minimálisan szükséges robbanóanyag munkavégzése során keletkező káros termékek (repsz, füst, gázok stb.) jelenléte nem akadályozza a műveleti csoportok területre történő behatolását a kellő időben.

| Megnevezés | TNT egyenérték | Robbanóanyag típusa és tömege |
|---|----------------|-------------------------------|
| TNT 400 g-os préstest | 1,0 | 400 g |
| TNT 75 g-os préstest | 1,0 | 75 g |
| Semtex tömb | 1,1 | 1000 g |
| Semtex szalagtöltet teljes tömege és g/fm | 1,1 | 110 g (55 g/fm) |
| Vágótöltet (Semtex) teljes tömege és g/fm | 1,1 | 602 g (860 g/fm) |
| Booster a vágótöltethez (Semtex) | 1,1 | 6 g |
| C4 tömb | 1,34 | 227 g |
| Robbanó gyújtózsínor PETN | 1,66 | 12 g/fm |
| Robbanó gyújtózsínor Hexogén | 1,66 | 15 g/fm |
| Minden gyutacs | 1,7 | 1 g |

1. táblázat: TNT egyenérték alapú rendszerező táblázat [2][3]

² MŰ–2 24/18 Robbantási szakutastítás és a szakirodalmakban fellelhető adatok alapján szerkesztette a szerző.

1.2. Robbanóanyagok és trotilhoz viszonyított relatív robbanási energiájuk

A biztonsági távolság meghatározása

- *Alapadatok összegyűjtése:* Az összes robbanóanyag-mennyiség grammban meghatározva, amelybe beletartozik a gyújtószerkezet és a robbanóanyagok.
- *Nettó Robbanóanyag Tömegének meghatározása:* A felhasznált robbanóanyagok és gyújtószerkezet tömegének átkonvertálása trotil egyenértékké, grammban; az összes, már átkonvertált, robbanóanyag tömegének összeadása. [6]
- *A nettó robbanóanyag köbgyökének kiszámítása:*
 - A „K” érték kiválasztása, annak megfelelően, hogy rendelkezik-e az állomány védőfelszereléssel, vagy nem. Ha igen $K = 0,714$, ha nem $K = 13$.
 - A kiválasztott „K” érték megszorozása a nettó robbanóanyag tömeg köbgyökével.
 - A kapott értéket a kerekítési szabályoknak megfelelően, megkezdett fél méterenként egészre kerekítik és ez az értéke a biztonsági távolság méterben történő kifejezésének.
 - Amennyiben a robbantás zárt térben történik, a kapott eredményt kettővel be kell szorozni!

| Fsz. | Robbanási túlnyomás (bar) | „K” tényező | Hatás |
|------|---------------------------|-------------|---|
| 1. | 0,002 | 19,8 | Zajhatás. Személyek biztonsági távolsága hallásvédő nélkül (civiliek) |
| 2. | 0,005 | 13 | Személyek biztonsági távolsága ballisztikai pokróc nélkül. Repesz biztonsági távolság. |
| 3. | 0,207 | 0,8 | Épületen belül megengedett maximális túlnyomás, a szerkezeti károsodások elkerülése érdekében |
| 4. | 0,234 | 0,714 | 1% esély a dobhártya beszakadására hallásvédő nélkül. A biztonsági távolság megállapításához használható tényező. |
| 5. | 0,345 | 0,6 | Csekély esély a dobhártya beszakadására hallásvédő nélkül. |
| 6. | 1,034 | 0,32 | 50% esély a dobhártya beszakadására hallásvédő nélkül. |
| 7. | 4,137 | 0,16 | Komoly esély tüdőkárosodásra. |
| 8. | 6,895 | 0,14 | Csekély esély halálra. |
| 9. | 13,79 | 0,12 | Közel 100% esély a túlnyomásból eredő halálra. |

2. táblázat: TNT egyenérték alapú rendszerező táblázat (szerkesztette a szerző)

1.3. A „K” tényező és a robbantási túlnyomás hatása az emberi szervezetre

A robbanóanyagok rendvédelmi és katonai célú felhasználása között különbségeket lehet megfigyelni. Ez főként a robbanóanyag felhasználása során létrejövő anyag-és eszközigényeket jelentik. Katonai műveletek során a műveleti terület megközelítése, eszköz, felszerelés alkalmazhatósága kompromisszumok elé állítja a felhasználót. Ezek a jelenleg is használatos metodikák alkalmazkodnak a legtöbb katonai művelethez, kivitelezése bármikor megoldható a birtokukban álló felszerelésekből.

Igyekszem szemléltetni a robbanóeszközök katonai és rendvédelmi terület közötti hasonlóságokat és különbségeket, amelyek egy alapvető funkcióját tekintve ugyanazt a célt szolgálják. Ezek az eltérések nem a jó, illetve a rossz megoldások kiemelésére szolgálnak, hanem bemutatom a különböző környezetben történő alkalmazását.

Ezeknek az eszközöknek nagyon fontos kritériumoknak kell megfelelni hiszen legtöbbször urbanizált körülmények között alkalmazzák azokat. Anyagösszetételük, illetve az összeállítás során felhasznált segédanyagok többségében olyan anyagokból készülnek, amelyek a robbanás folyamán szinte teljesen elbomlanak, repeszképző hatásuk elenyésző.

2. A BIZTONSÁGI AJTÓ ROBBANTÁSA KATONAI KÖRNYEZETBEN

Víznyomás töltet (WATER IMPULSE CHARGE)

A víznyomás töltet nagyon hatékony és sokféleképpen használható ajtónyitó töltet, amelyet elsődlegesen magas biztonsági fokozatú ajtók ellen alkalmaznak. Általában kétféle méretben készülhet: 2-2 darab 500, vagy 1000 milliliteres infúziós tasak felhasználásával. A nagyobb töltet acélajtók ellen történő alkalmazására szolgál, míg a kisebb kiserelésűek alacsonyabb biztonsági fokozatú ajtók megnyitását teszi lehetővé. [7][8]

Alapvető rendeltetésük, hogy az ajtólap közepére történő pozicionálását követően a töltet elműködése során az ajtólapot – amennyiben az fém – középvonalon meghajlítsa. A meghajlított lap széleinek a középvonala felé történő elmozdulása fogja biztosítani a behatolás lehetőségét. Ennek a folyamatnak következtében az ajtó rögzítésére szolgáló csapok a záró mechanizmus funkciójukat elveszítik és kihúzódnak az ajtótokból és az ajtót a töltet felhelyezésével ellentétes irányba mozdítja el. A kisebb töltet főként közvetlenül a záró mechanizmus kiiktatására alkalmas.

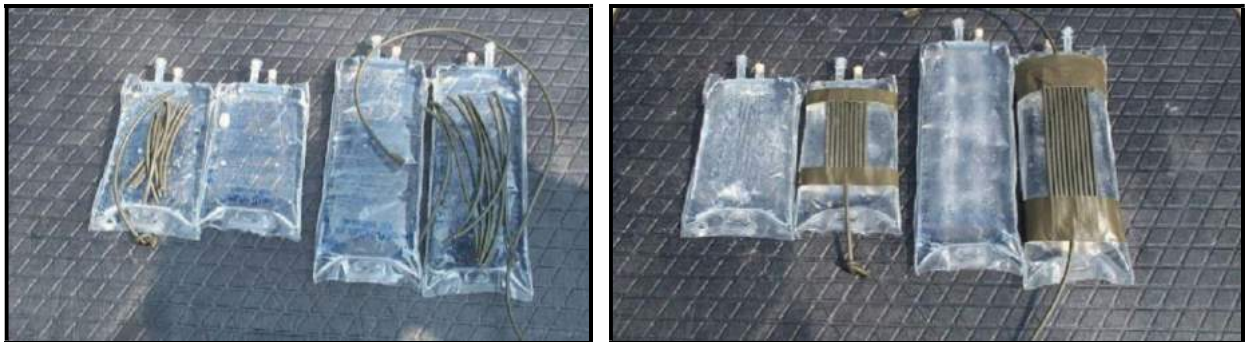
Alkalmazásának előnyei:

- A víz alkalmazásával megnő a töltet céltárgyra gyakorolt hatása.
- Kis mennyiségű robbanóanyag felhasználás szükséges a töltet elkészítéséhez.
- A felhasznált víz csökkenti a repeszhatást a behatoló csoport és a célszemély(ek) irányába is, illetve kevésbé gyulladásveszélyes.
- A nyílászáró teljes átjárhatóságát eredményezi (fém ajtók).
- Kompakt méretéből kifolyólag könnyen szállítható.

- Nincs különleges eszközigénye, könnyen elkészíthető.

Alkalmazásának hátrányai:

- Alacsony biztonsági fokozatú ajtók robbantása esetén a munkavégzés nem feltétlenül a teljes ajtó felületére irányul, annak csak a töltet közvetlen környezetében fejt ki romboló hatását.
- Az elkészített töltet szerkezetéből fakadó sérülékenysége korlátozhatja a szállítást, illetve vízveszteség a hatékonyságát csökkenti.
- Fa szerkezetű ajtók robbantásos nyitása során a zárszerkezet leszakadása – jelentős sebessége miatt – az objektumon belül súlyos sérülést okozhat.
- Sima padlóburkolón a szétfröccsenő folyadék csúszós felületet generálhat, fennáll az elcsúszás veszélye.



1-2 kép: Víznyomás töltet összeállítási folyamata [2; pp. 142–143.]



3. kép: Összefordított töltetrészek ragasztószalaggal történő rögzítése³

Pozicionált töltet

Működési mechanizmus:

Ezek a töltetek kétféle méretben készülnek. A robbanás hatékonyabb munkavégzése gyanánt 500 és 1000 milliliteres infúziós zsákokat használnak fel párban összeszerelve. Míg az egyik

³ Forrás: https://www.google.com/search?q=water+impulse+charge&rlz=1C1GCEA_en; Letöltés:2023.09.14.

zsák a fojtást, a másik pedig a munkavégzést (nyomótöltet) hivatott ellátni. Szükség esetén több összekészített töltet egyidejű alkalmazása is javallott, lehetséges. A kisebb töltetek alacsonyabb biztonsági fokozatú ajtókra alkalmazhatóak, a nagyobbak pedig magas biztonsági fokozatú nyílászárók megnyitására használhatók.



4. kép: Pozícionált töltetelhelyezés [2; p. 147.]

A nyitás folyamata

A robbantás pillanatában a nyomótöltetet alkotó vízsugár nagy erővel befelé mozdtítja a fém ajtólap felületét, amely az erőhatásra meghajlik középvonalban és a tokba csatlakozó zármechanizmusokat (csapok, reteszek) kimozdítja. Ennek hatására az ajtólap kiszakad a tokból és a töltetelhelyezéshez képest ellentétes irányba távozik.

Amennyiben a robbantás nem vezet teljes sikerhez, abban az esetben kézi törő eszközökkel kisebb mechanikai behatásra megnyílik.

Anyagszükséglet:

- robbanó gyújtózsínór;
- gyutacs;
- indító gép;
- Infúziós folyadék (500 ml, vagy 1000 ml);
- 2 darab – 18-as méretű injekciós tű;
- Széles ragasztószalag „Duck tape”.
- Kétoldalas ragasztószalag;
- Szigetelőszalag.

A töltet elkészítése:

Az infúziós folyadék előkészítését (légmentesítik az injekciós tű segítségével) követően a szükséges mennyiségű robbanó gyújtózsínórt (RGYZS-t) a használni kívánt zsák méretéhez mérten feldarabolják. Az 1000 ml-es infúzióhoz 22 cm hosszú szálakat, az 500 ml-es tasakhoz 13 cm hosszúakat alkalmaznak. Az ajtó ellenálló képességéhez mérten 5 szál, 7

szálas, 9 szálas (RGYZS) ajtórobbantó rendszert építhetnek ki, amelybe az indító RGYZS szál is beletartozik. A robbanózsín szálakat szorosan egymás mellé helyezik úgy, hogy az indítószál legyen közepén. Ezeknek a szoros összeillesztése eredményezi a megfelelő munkavégző vízszugár kialakulását. Az indítószálát mindkét oldalon egyenlő mértékben kivezetjük (1000 ml infúzió esetében) mert a töltetet mindkét oldalról robbantva a lökéshullám hatása növelhető. A felhelyezett RGYZS szálakat az infúziós zsákhoz szigetelő szalag segítségével rögzítik, majd a másik tasakkal összefogatják. Ezt követően széles ragasztószalaggal lazán rögzítik ügyelve a két infúziós zsák víztartalmának egyenletes elosztására. A ragasztószalag közreműködik abban, hogy a vizet egyenletesen megtartsa, miközben a teljes töltetet beborítják a felületi sérülések elkerülése érdekében is ajánlott. Ezt követően az 1000 milliliteres töltetre két fogantyú kerül, a középső részre (a kilincsre történő rögzítéshez), illetve egy másik pedig a tetejére (a támasztékhöz történő rögzítéshez).

A töltet telepítése:

Támasztékfa alkalmazásakor a fát keresztül kell vezetni a felső fogantyún úgy, hogy a töltet az ajtó lappal párhuzamosan, azt érintve helyezkedjen el. Az 1000 milliliteres töltet indítószálai csatlakoztatását a töltet középső részeihez pozícionálják úgy, hogy az egyik szára 10 cm-el hosszabb legyen, erre szereljük az indítórendszert. Az elkészült töltetet legtöbbször a záró mechanizmusok magasságában az ajtó közepére pozícionálják.

A töltet indítása

Indítását a meghatározott biztonsági távolságon túl fedezék mögött végzik el NEIR rendszerrel.

3. BIZTONSÁGI AJTÓK ROBBANTÁSA RENDVÉDELEMI ASPEKTUSBÓL

Alapvetően a robbanóanyagok rendvédelmi célú felhasználása sok szempontból bonyolultabb, mint a katonai felhasználása. Az alkalmazásának helyszíne (műveleti terület) – szakzsargonnal élve – „*baráti terület*”. A célobjektumot körülvevő ingatlanok károsodása nélkül igyekeznek a robbantási műveletet véghez vinni, mivel azokban az épületekben, tárgyakban, véltlen személyekben nem lehet sérülést okozni. Ezért a rendvédelmi területen felhasználható robbanóeszközök terén igyekeznek, olyan speciális termékeket alkalmazni, amelyek megfelelnek a biztonsági előírásoknak, kihívásoknak.

Az egyik ilyen, ezen a területen jelentős fejlesztéseket, szabadalmazott termékeket előállító cég az Alford Technologies. A magas biztonsági fokozatú ajtók nyitására a gyártó a Breacher's Boot-ot ajánlja. Ennek elkészítése, illetve alkalmazása a következőképpen történik.

Alford Breacher's Boot ajtórobbantó töltet szerelése

Szükséges eszközök:

- Alford Breacher's Boot 3 darab (5. számú kép);
- Robbanó gyújtózsín;
- Nonel gyutaacs, kapcsoló, toldó vezeték;
- Indító gép (betöltve);
- Breacher Tape/ Hydro Tape;
- Kés, kézfűrész, bramac léc;
- 6 liter víz vagy nem gyúlékony fagyálló folyadék és víz keveréke.



5. kép: Alford Breacher's Boot⁴ (szerkesztette a szerző)

Az összeszerelés első feladata az Boot testek folyadékkal történő teljes feltöltése. Ezt követően a töltőnyílásba zárdugót helyeznek és a menetes kupakkal lezárják. A szükséges méretű és mennyiségű RGYZS-t méretre vágják és végeit visszabiztosítják szigetelőszalaggal a kiszóródás elkerülése érdekében. A Bootba helyezett robbanózsín mennyisége függ a támadni kívánt céljátó nyitási irányától. A befelé, illetve kifelé nyíló biztonsági fémajtók megnyitásához szükséges robbanózsín mennyiség különbsége 40%.



6. kép: Robbanó gyújtózsín behelyezése (a szerző felvétele)

A robbanásátvitel elérése szempontjából fontos, hogy a robbanózsín darabok szorosan illeszkedjenek egymáshoz. Azokat egyenlő mennyiségben a Boot-okba töltik, majd a testeket összefogatják.

Miután az egységek elkészültek, azt a meghatározott méretű bramac lécen egyenlő távolságban elosztják. Az elhelyezésük alapvetően a nyílászáró méretének függvényében történik. Rögzítés céljából Breacher's Tape vagy Hydro Tape-t használnak az időjárási viszonyokhoz alkalmazkodva.

⁴Forrás: <https://www.scopex.fr/en/products/mini-breachers-boot-breaching-charge/>; Letöltés:2023.09.13.



7. kép: Breacher's Tape felhelyezése a töltetre (a szerző felvétele)

Közvetlenül felhasználás előtt az ajtórobbantó rendszert a gyutaccsal való összekötéssel és azt indítógépbe történő felhelyezéssel használatra kész állapotba kerül.



8-9. kép: Breacher's Boot felhelyezése⁵

Alapvetően a szemléltetett biztonsági ajtó nyitásának megoldásai megfelelnek a kor elvárásainak. Az előállítási, összeszerelési módok alkalmazkodnak a felhasználási területhez. Míg a katonai felhasználásra jellemzően elmondható, hogy igyekeznek a náluk egyébként is használatos eszközökből kialakítani a szerkezetet, addig rendvédelmi tekintetben az erre speciálisan kifejlesztett eszközök élveznek nagyobb előnyt. Nyilvánvalóan ez a sűrűbben lakott „baráti” közeg miatt is elvárható. A töltetek pontosan, grammra kiszámított egységek, amelyek a közvetlen környezetben nem szabad, hogy kárt tegyenek. Fontos a folyamatos fejlesztés ezen a szakterületen is, hiszen egyre indokoltabbak az ilyen irányú képzések, alkalmazások.

Jelen kor újítása a 3D nyomtatók technikai forradalma, amely egyre valószínűbb, hogy teret hódít a szakma ezen területén is. Sok tekintetben új izgalmas irányokat mutatnak a speciális töltetek elkészítése terén. Ezek az eszközök akár egy tervezett művelet előtt akár pár órával korábban faladra szabottan elő lehet állítani, amely a feladat garantált megoldását jelentheti.

⁵ Forrás: <https://www.tacticalectronics.com/product/breachersboot/>; Letöltés: 2023.09.14.

4. A 3D NYOMTATÁS ÉS A NYÍLÁSZÁRÓ ROBBANTÁS KAPCSOLATA

A 3D nyomtatási technológia az egyik leggyorsabban fejlődő technológia. Különböző tárgyakat, alkatrészeket és használati eszközöket lehet 3D nyomtatással könnyen megtervezni és előállítani. Ma már építőiparban is teret hódított, mint építési technológia. A 3D technológia lényege, hogy síkbeli metszeten található vonalakat követve a nyomtató fej hőre lágyuló műanyagokat felhasználva hozza létre az anyaglerakást. Többféle anyaglerakási módszer létezik.

Az egyik legelterjedtebb anyaglerakási módszer az FDM (*Fused Deposition Modelling*), amely a nyomtató fejben felolvasztott műanyagot juttatja a nyomtatási területre egy nagyon precíz vezérléssel.

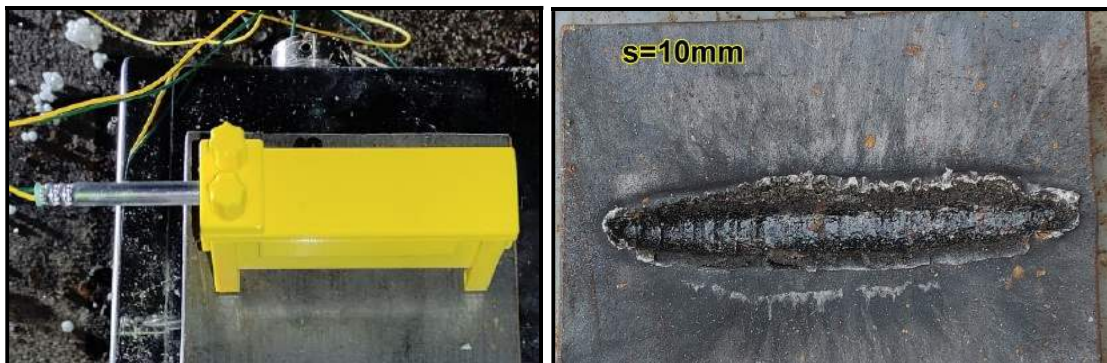
Az FDM nyomtatás előnyei:

- a legkisebb költségű nyomtatási technológia;
- kompozit anyagok is készíthetők (szénszálas, üvegszálas anyagok);
- szigetelő, félig vezető-, vagy vezetőképes tárgyak készíthetők vele;
- FDM nyomtatással van lehetőség lebomló, környezetbarát műanyagok alkalmazására;
- méretezett, zárt testek előállítása gyorsan és olcsón lehetséges;
- egyedi és kis szériás gyártásnál a legkisebb költségű technológia;
- a 3D-s tervezés könnyen elsajátítható az ingyenes, vagy alacsony árú szoftverekkel (FreeCAD, CURA).

3D-s nyomtatott tárgyak alkalmazásának rendvédelmi lehetőségei

A 3D-s nyomtatás lehetséges alkalmazási területei:

- Kutatás, fejlesztés
 - speciális vágótöltetek előállítása nyílászárók robbantására,
 - kifejezetten a feladathoz szükséges nyomótöltetek elkészítése.
- Oktatás
 - költséghatékony robbantási gyakorlatok a kiképzés terén.



10-11. kép: 3D nyomtatott lineáris vágótöltet⁶

⁶ DIÓSZEGI Imre: 32th Internacional Conference „Blasting Techniques 2023” Stara Lesna, Szlovákia előadásának anyaga.

A vágótöltet anyaga PLA (kemény) műanyag, amely egy 10 mm-es vaslapra lett elhelyezve. A műanyag test plasztikus robbanóanyaggal volt megtöltve. A 10 mm-es fémlapban 8 mm-es penetrációs mélységet okozott. Az alacsony sűrűségű anyagokból készült kumulatív töltetek egy újszerű kutatási terület, melynek az additív gyártás nagy lendületet adott. Az ilyen eljárással készült összpontosított kumulatív töltetek alkalmasak lehetnek a rendvédelmi tűzszerész tevékenység során egyes speciális feladatokra. [9][10][11] A képességeik nem elhanyagolhatók, homogén acélban is jelentős penetrációt képesek elérni. [12][13][14] Mindezek mellett a gyártásuk körülményei nem összetettek, akár komolyabb szaktudás nélkül is elkészíthetők. [15][16] Ez utóbbi a méretezésükről már nem mondható el. [17]

KÖVETKEZTETÉSEK

Ezzel a technológiával előállított termék valószínűleg alkalmas lehet ablakrácsok, folyosót elválasztó fémajtók, kapuk zsanérjainak levágásához. A másik előnye lehet, hogy különleges eszközigény nélkül (fémvágó fűrész, stb.) azonnal a helyszínen előállítható akár műveleti feladat közben. Akár legó rendszerben alkalmazva több összetevő lehet, amellyel bármilyen alakzatot létrehozhatnak.

A 3D nyomtatás lehetővé teszi az eszközök testre szabását és speciális igények szerinti tervezésüket. Ez előnyt jelenthet egyes műveleti tevékenységeknél, amelyeknél egyedi vagy speciális helyzetekben kell robbanóanyagot használni. A 3D nyomtatás gyorsan fejlődő terület, és folyamatosan új lehetőségek nyílnak a rendvédelmi és katonai alkalmazásokra.

Hivatkozott irodalom jegyzéke:

- [1] WILLIAM Powell: The Anarchist Cookbook; US Lyle Stuart 1971.
- [2] MŰ-2 24/18 Robbantási szakutasítás.
- [3] LUKÁCS László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből. *Dialog Campus Kiadó*, Budapest, 2017. ISBN 978-615-5680-35-9 29-37.
- [4] DARUKA Norbert – KUGYELA Lóránd: Ipari robbanóanyagok megjelenésének lehetőségei az improvizált robbanószerkezetek kialakításának tekintetében; Fúrás- robbantástechnika 2018. XIV. Nemzetközi Konferencia Velence, 2018. szeptember 19-21.; pp. 155-174. HU ISSN 1788-5671.
- [5] DARUKA Norbert – KOCSI János Gyula: A kínai termékek hatása a nemzetközi hadszíntéren felbukkanó házilagosan készített robbanószerkezetek kialakítására. *Trhacia Technika 2020*, Slovak Republik, Slovenska spolocnost pre trhacie a vrtacie prace; 2020, pp.: 79-89. ISBN 978-80-89914-08-1.
- [6] SZOKOLAI Géza – NÉMETH László: Tűzszerészeti alapismeretek, CREDIT Információtechnikai Kft., 1998.
- [7] KOVÁCS Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai; *Műszaki Katonai Közlöny XXII. évfolyam*, 2012. 2. szám, pp. 37–52., ISSN 2063-4986.

- [8] DARUKA Norbert: A jövő háborúi az improvizált robbanószerkezetek alkalmazásának tekintetében, Sereg Szemle XVI. évfolyam, 2. szám, 2018. április-június, pp.: 07-22., HU ISSN 2060-3924.
- [9] EMBER István: Kumulatív töltetek alkalmazási lehetősége tűzszerész szakfeladatok során. Forrás: SZELEI Ildikó: A hadtudomány és a 21. század. Budapest: Colorcom Media, 8-16 (2022).
- [10] EMBER István: Célfeladatra készített kumulatív töltetek kialakításának vizsgálata. Forrás: SZELEI Ildikó: A hadtudomány aktuális kérdései 2022. Budapest: Ludovika, 13–28 (2022).
- [11] EMBER István: 3D nyomtató alkalmazási lehetősége egyes speciális robbantási feladatoknál. Forrás: DARUKA Norbert: Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium Különkiadás 2022, 75–83. Magyar Robbantástechnikai Egyesület, Budapest (2022).
- [12] EMBER István: Hatásvizsgálati robbantás kumulatív töltetekkel. Műszaki Katonai Közlöny, 32(4), 13–23 (2022).
- [13] EMBER István: Modern kumulatív töltetek hatékonyságának vizsgálata. Haditechnika, 56(6), 15–20 (2022).
- [14] EMBER István: 3D nyomtatott lyukasztó töltetek hatásvizsgálata. Hadmérnök 17(4), 63–73 (2022).
- [15] ÁDÁM Balázs – EMBER István: Béléstestek készítésének technikai lehetőségei alacsony sűrűségű anyagból. Műszaki Katonai Közlöny, 32(4), 101–111 (2022).
- [16] ÁDÁM Balázs – EMBER István: Kumulatív töltetházak 3D nyomtatása. Hadmérnök, 17(3), 35–44 (2022).
- [17] EMBER István: Modern kumulatív töltet méretezésének lehetőségei. Műszaki Katonai Közlöny, 32(1), 5–15 (2022).

NATIONAL REGULATION FOR THE PROTECTION OF NUCLEAR INSTALLATIONS AGAINST MALICIOUS EXPLOSIVE BLASTING

NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK BŰNÖS SZÁNDÉKÚ ROBBANTÁSOS CSELEKMÉNYEK ELLENI VÉDELMEK NEMZETI SZABÁLYOZÁSA

BUNYITAI Ákos¹

Abstract

The infrastructure that provides essential services to the population are a prime target for malicious blast with explosives, which are rapid and highly destructive. Professionals in the defense sector are tasked with preventing an attack and minimising the damage and casualties if one occurs. The aim of this study is to describe the domestic regulation of the protection of the national economic and security significant nuclear facilities to malicious explosive blast attack.

Keywords: blast, explosives and explosive device detection, access control, security screening, nuclear facility.

Összegzés

A gyors lefolyású és nagy romboló hatású, robbanóanyaggal elkövetett, bűnös célú támadások kiemelt célpontjai a lakosság alapvető ellátását biztosító infrastruktúrák. A védelmi szektorban dolgozó szakemberek feladata, hogy megelőzzék a támadást, illetve, hogy annak esetleges bekövetkezése esetén minimalizálják az okozott sérüléseket és károkat. A tanulmány célja, hogy bemutassa a támadásokkal szemben fokozott kitettségű, nemzetgazdasági és nemzetbiztonsági szempontból jelentős nukleáris létesítmények bűnös szándékú robbantásos cselekményekkel szembeni védekezés hazai szabályozását.

Kulcsszavak: robbantás, robbanóanyag és robbanószerkezet-felderítés, beléptetés, biztonsági ellenőrzés, nukleáris létesítmény.

BEVEZETÉS

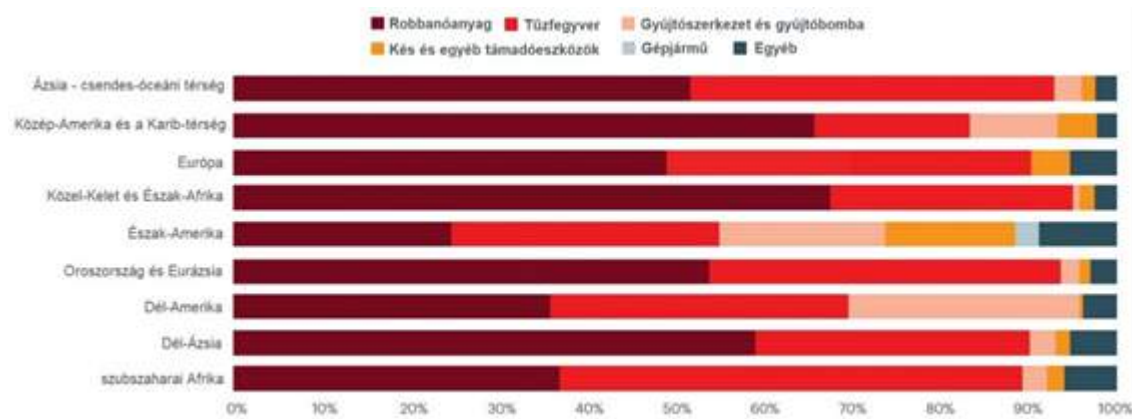
A XXI. század új kihívások elé állította a védelmi szektorban dolgozókat. A hadüzenettel induló, nyílt konfrontációt, reguláris hadseregek elleni hadviselést háttérbe szorították a civileket célzó, egyéni vagy kis csoportok által elkövetett, sokszor öngyilkos kimenetelű akciók. Céljuk az állandó és általános félelemérzet fenntartása, vagyis a terror.

A támadás típusok közül a legdinamikusabb, időben leggyorsabb lefolyású és egyben legnagyobb romboló hatással járó a robbanóanyag alkalmazásával elkövetett támadás. A téma aktualitását jellemzi, hogy a 2007 és 2022 között elkövetett terrortámadások jelentős részét a legtöbb régióban robbanóanyaggal hajtották végre (ld. 1. ábra bordó színjelölését).

A robbantás (meg)akadályozása és az esetlegesen bekövetkező, bűnös szándékú robbantás által okozott sérülések és károk mérséklése érdekében tett erőfeszítések mértékének, jellegének és fajtájának kockázatarányos meghatározása a védelmi szektorban dolgozó szakemberek feladata. Ugyanakkor a nemzeti fenyegetettséget és az aktuális terrorfokozatot² szem előtt tartva, célszerűen szükséges a minimális követelmények állami szinten történő meghatározása legalább az állam működése szempontjából kiemelt jelentőségű infrastruktúrák vonatkozásában.

¹ Okleveles biztonságtechnikai mérnök, Robbantástechnikai szakmérnök. E-mail: bunyitai.akos@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8190-7488.

² „A terrorfokozatok a terrorfenyegetettség jellemzőihez igazodóan elrendelhető különböző fokozatok.” [1]



1. ábra: Terrortámadások típusai térségenként 2007-2022.
[[2], Figure 2.15 alapján szerkesztette a szerző]

A tanulmány célja, hogy a kitétségük szempontjából kritikus, a hazai villamosenergia termelésben kiemelt jelentőségű – így nagy biztonságot (védettséget) igénylő – nukleáris létesítményeken keresztül mutassa be a hazai jogszabályok bűnös szándékú robbantás elleni védekezés szempontjából releváns követelményeit. A tanulmánynak nem tárgya a polgáritól eltérő (honvédségi, rendőrségi, nemzetbiztonsági stb.) használatú, illetve a nemzetközi légitörvények szabályok hatálya alá eső objektumok védelme.

1. KORMÁNYHATÁROZAT MAGYARORSZÁG NEMZETI BIZTONSÁGI STRATÉGIÁJÁRÓL

Magyarország Kormánya 2012-ben határozatot adott ki az ország biztonsági stratégiájáról.[3] A határozat kiemeli a terrorizmus elleni védekezés jelentőségét, azon belül külön említve az ország kritikus infrastruktúráját³, illetve az ország energiabiztonságának kulcsfontosságú szerepét⁴. Kinyilatkoztatta, hogy „A kormány ezért – Magyarország szövetségesi kötelezettségeit is szem előtt tartva – mindenkori feladatának és kötelességének tekinti, hogy az ország teherbíró képességével összhangban, megfelelő forrásokat biztosítson az ország és állampolgárai védelmére”⁵, továbbá „Minden kormányzati intézmény feladata, hogy saját szakterületén folyamatosan értékelje a nemzeti és nemzetközi biztonság és fenyegetettség elemeit, és megtegye a szükséges lépéseket azok kezelésére és elhárítására.”⁶ A határozattal összhangban, 2012-ben az Országgyűlés törvényt alkotott az állam működése szempontjából létfontosságú rendszerekről.[4] A biztonsági stratégia 2020-ban frissítésre került [5], melyben a Kormány kiemeli: „Magyarország megkülönböztetett figyelmet fordít a terrorizmus minden formája elleni küzdelemre: a jelenségcsoporttal szembeni leghatározottabb fellépés nemzeti érdekünk. A terrorizmus elleni harc egyszerre épül a terrorcselekmények megelőzésére, a terrorista

³ [3] III. 29. d)

⁴ [3] III. 32.

⁵ [3] IV. 39.

⁶ [3] IV. 43.

csoporthoz és a terrrorszervezetek felderítésére és felszámolására, a terrorcselekmények következményeinek kezelésére, a védelmi képességek megerősítésére és a veszélyhelyzetekre való felkészülésre”⁷, illetve „A védekezés kiemelt területe a terroristák potenciális célpontjainak védelme, különös tekintettel a lakosságra és hazánk létfontosságú infrastruktúrájára.”⁸, valamint „Hazánk kiemelten kezeli az ország mindennapi életkörülményeinek fenntartásához, a gazdaság és az államszervezet működéséhez szükséges létfontosságú infrastruktúra hatékony védelmét. Biztosítani kell, hogy ezen infrastruktúra működésének esetleges megzavarása vagy manipulálása megelőzhető, kivédhető, illetve a lehetséges mértékben rövid, kivételes és kezelhető legyen. Megkülönböztetett figyelmet fordítunk a hazai nukleáris védelemre.”⁹.

2. TÖRVÉNY A LÉTFONTOSSÁGÚ RENDSZEREK ÉS LÉTESÍTMÉNYEK AZONOSÍTÁSÁRÓL, KIJELÖLÉSÉRŐL ÉS VÉDELMEÉRŐL

Magyarországon a 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről jogszabály jelöli ki azokat a funkciókat, melyek folyamatos működése elengedhetetlen az állam zavartalan működése szempontjából.[4] A jogszabály 1. melléklet az alábbi létfontosságú ágazatokat jelöli ki: *„Energia, Közlekedés, Agrárgazdaság, Egészségügy, Társadalombiztosítás, Pénzügy, Infokommunikációs technológiák, Víz, Honvédelem, Közbiztonság-védelem”¹⁰.*

Habár az atomerőmű a villamos energia közcélú előállítására szolgáló, 50MW-ot meghaladó névleges teljesítményű^{11, 12} létesítmény, a védelmével kapcsolatos minimális követelmények keretrendszerét nem ez a jogszabály, hanem a korábbi, 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról [8] adja meg, tekintettel a terület speciális jellegére.

2.1. Az atomenergiáról szóló törvény (Atv.)

A törvény megalkotásával az Országgyűlés az alábbi célokat tartotta szem előtt:

- az atomenergia békés célú alkalmazásának elősegítése¹³,
- nemzetközi előírásokkal összhangban lévő biztonsági követelmények biztosítása,
- atomenergia alkalmazásának szabályozása. [8]

Az Atv. az atomenergiával kapcsolatos keretrendszert határoz meg, így e törvény vonatkozásában az alábbi fogalmak kerülnek meghatározásra:

⁷ [5] VI. Alapvető érdekeink, 99.

⁸ [5] IX. Átfogó feladatok és eszközök, 149.

⁹ [5] IX. Átfogó feladatok és eszközök, 173.

¹⁰ [4] 1. melléklet

¹¹ [6] 3. melléklet Alapvető szolgáltatások jegyzéke

¹² [7] 4.§ (1)

¹³ Előzménye az ú.n. „Atomsorompó egyezmény”, vagyis az Egyesült Nemzetek Szervezete Közgyűlésének XXII. ülészakán, 1968. június 12-én elhatározott, „a nukleáris fegyverek elterjedésének megakadályozásáról szóló szerződés kihirdetéséről” és ennek ratifikálása az 1970. évi 12. törvényerejű rendelettel. [9][10] Valamint a nukleáris anyagok fizikai védelméről szóló egyezmény és ennek ratifikálása. [11][12]

Nukleáris létesítmény: „*a dúsitóüzem, nukleáris üzemanyagot gyártó üzem, atomerőmű, újra feldolgozó üzem, nukleáris üzemanyagot vizsgáló laboratórium, kutatóreaktor, oktatóreaktor, nukleáris kritikus és más neutronszorozás célját szolgáló rendszer, friss nukleáris üzemanyag tárolására és kiegészítő üzemanyag átmeneti tárolására szolgáló létesítmény*”.¹⁴

Nukleáris védettség: „*azon tevékenységek, eszközök és eljárások összessége, amelyek a szabotázs, a nukleáris vagy más radioaktív anyaggal elkövetett, a Büntető Törvénykönyv szerinti visszaélés, közveszélyokozás, környezetkárosítás, illetve jogtalan eltulajdonítás megelőzésére, észlelésére, elhárítására és következményeinek kezelésére irányulnak*”¹⁵.

Fizikai védelem: „*azon belső szabályozás, technikai eszköztár és élőerős elhárítás összessége, amely a nukleáris védettség részeként a nukleáris létesítményekkel, valamint nukleáris és más radioaktív anyagokkal szemben elkövetendő jogtalan eltulajdonítás és szabotázs elrettentésére, észlelésére, késleltetésére és elhárítására irányul*”¹⁶.

A törvény felhatalmazza a Kormányt, hogy a nukleáris védettséggel, fizikai védelemmel kapcsolatos követelményeket rendeletben szabályozza.¹⁷

3. RENDELET AZ ATOMENERGIA ALKALMAZÁSA KÖRÉBEN A FIZIKAI VÉDELEMRŐL ÉS A KAPCSOLÓDÓ ENGEDÉLYEZÉSI, JELENTÉSI ÉS ELLENŐRZÉSI RENDSZERRŐL

Az atomenergia alkalmazása körében a Kormány rendeletben határozta meg a nukleáris védettséggel, azon belül a fizikai védelemmel kapcsolatos minimális követelményeket.¹⁸ A Rendelet a főszövegben determinálja a nukleáris létesítmény Fizikai Védelmi Rendszerére alkalmazandó alapelveket. A Rendelet IV. Fejezet Fizikai védelmi rendszer funkciói, a funkciók megvalósítása, 10. A detektálás megvalósítása szakasz (5) bekezdése egy 2012-es kiegészítésnek köszönhetően: „*Biztosítani kell a belépési jogosultság ellenőrzését olyan módon, hogy az lehetővé tegye a belépésre jogosult személyek belépését, detektálja és késleltesse a belépésre nem jogosult személyek be- és kilépését, továbbá jelezze a bevitelre nem engedélyezett anyagok és eszközök be- és kivitelét.*”¹⁹ Illetve ugyanezen szakasz (7) bekezdése: „*A zónahatárokon található ellenőrző áteresztő pontokat úgy kell kialakítani, hogy ott, az adott fizikai védelmi szintnek megfelelően, jelezhető legyen a bevitelre nem engedélyezett anyagok, eszközök be- és kivitele.*” Ezzel a jogszabályalkotó – a fizikai védelmi zónahatárokon történő, személyek be- és kiléptetése során a belépési jogosultság ellenőrzésre használatos beléptető rendszer alkalmazásán

¹⁴ [8] Atv. 2.§ 7.

¹⁵ [8] Atv. 2.§ 30.

¹⁶ [8] Atv. 2.§ 33.

¹⁷ [8] Atv. 67.§ q), r)

¹⁸ 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről (a továbbiakban: Rendelet) [13]

¹⁹ [13] Rendelet 10.§ (5)

felül – a biztonsági ellenőrzést is determinálta. A „*bevitelre nem engedélyezett anyagok és eszközök*” fogalma a jogszabályban nem került meghatározásra, ez a nukleáris engedélyes feladata a Tervezési Alapfenyegetettség²⁰ és a védelmi koncepció függvényében. Ezen jogszabályi követelmények többek között lehetőséget nyújtanak: radioaktív sugárforrás²¹ és nukleáris anyag²², közbiztonságra különösen veszélyes eszköz²³, lőfegyver²⁴, robbanóanyag²⁵, stb. keresésére, detektálására.

A Rendelet mellékleteiben – külön a nukleáris anyagok, radioaktív sugárforrások és radioaktív hulladékok alkalmazása és tárolása; illetve a szállítása vonatkozásában – determinálja a Fizikai Védelmi Rendszerre vonatkozó elvek alkalmazási módját, technikai paramétereit, az alábbi bontásban²⁶:

- Elrettentés
 - Figyelmeztető táblák, feliratok
 - Figyelmeztető hang és fényjelzések
 - Mesterséges akadályok (sorompók, torlaszok, lassítók)
 - Nyilvántartás-ellenőrzési követelmények
- Detektálás
 - Behatolás és támadásjelző rendszer
 - Video megfigyelő és kiértékelő rendszer
 - Beléptető rendszer
 - Őrségközpont
- Késleltetés
 - Passzív mechanikai gátak
 - Aktív mozgatható mechanikai gátak és hozzájuk tartozó záruk
 - Biztonsági tárolók, lemezszekrények
 - Aktiválódó eszközök
- Elhárítás
 - Belső elhárító erők és kivonuló rendőri erők.

A jogszabály mellékletei szakmai szempontból inkoherenciát és inhomogenitást mutatnak. Keveredik a funkció és az azt megvalósító, szolgáló technikai rendszer, pl. Őrségközpont és Beléptető rendszer. A fejezeti tagozódás, besorolás nem adekvát, pl. Mesterséges akadályok

²⁰ [8] Atv. 2.§ 32. Tervezési Alapfenyegetettség: „*a fenyegetettségnek az állam által meghatározott olyan szintje, amely ellen a hatékony fizikai védelmet az atomenergia alkalmazója biztosítja*”.

²¹ [13] Rendelet 2.§ 19.

²² [8] Atv. 2.§ 4.

²³ 175/2003. (X. 28.) Korm. rendelet a közbiztonságra különösen veszélyes eszközökről [14] Mellékletében részletezett eszközök

²⁴ 2004. évi XXIV. törvény a lőfegyverekről és lőszerkekről [15] 2.§ 16.

²⁵ 27/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról [16] 2.§ 33.

²⁶ [13] Rendelet 2. melléklet Fizikai védelmi szintekhez tartozó követelmények nukleáris anyagok, radioaktív sugárforrások és radioaktív hulladékok alkalmazása és tárolása során

(sorompók, torlaszok, lassítók) elsődleges funkciója nem az elrettentés, hanem a késleltetés. Egyes funkciókhoz, rendszerekhez tartozó követelmények sokkal részletesebben kerülnek tárgyalásra, pl. Passzív mechanikai gátak; míg másoknál csak a főbb szerelemek kerülnek meghatározásra, pl. Beléptető rendszer.

A Rendelet 10.§ (5) és (7) bekezdéssel összhangban, azt kiegészítve, pontosítva megjelenik a „csomagvizsgáló”, „robbanóanyag detektor” és „fém-detektor” fogalma, mint a detektálás, azon belül a beléptető rendszer elemei. A fogalmak a jogszabályban nem kerülnek definiálásra és együttes alkalmazásuk csak „A”-szintű fizikai védelmi rendszer esetén kötelező²⁷, ilyen ma, Magyarországon nincsen.

A „csomagvizsgáló berendezés”, vagyis csomagröntgen – megfelelően képzett üzemeltetés mellett, az általánosan előforduló ismertető jegyek, összetevők²⁸ keresésével – közepesen alkalmas robbanószerkezet felderítésére, az újabb, CT²⁹ elven működő csomagröntgen alkalmazásával már magas felderítési arány érhető el, köszönhetően a háromdimenzióban virtuálisan megforgatható röntgenképnek.

A „robbanóanyag detektor” funkcióra jelenleg a robbanóanyag-nyom felderítő eszközök állnak rendelkezésre, ezek az eszközök már magát a robbanóanyagot képesek detektálni, ugyanakkor a folyamatból adódóan (mintavételezés, kiértékelés) jelenleg még nem alkalmas nagy létszámú beléptetésre, robbanóanyag jelenlét megerősítésére/kizárására vagy szűrőpróbaszerű ellenőrzésre megfelelően hatékony és megbízható alacsony képzettségű üzemeltetés mellett is.

Fém-detektor alkalmazásakor megkülönböztethetünk kézi fém-detektort, illetve teljes magasságú fém-detektor kaput, melyek a robbanószerkezetek felderítését bizonytalan mértékben segítik, tekintve, hogy egy robbanószerkezet nem feltétlenül tartalmaz nagy mennyiségű fémet (inkább a repeszképző anyagokra jellemző, nem magára a robbanószerkezetre). Robbanóanyag detektálásra nem alkalmas.

A Rendelet felsorolásából teljes egészében kimaradt a testszkener alkalmazása, holott robbanóanyag és robbanószerkezet felderítési valószínűsége már kis mennyiségnél, kis méretnél is kedvező.³⁰

A Rendelet – a beléptetésnél alkalmazottakon kívül – nem fogalmaz meg követelményt a robbanóanyag, robbanószerkezet védendő anyagoktól, rendszerektől, szerelepektől történő távoltartás tekintetében, mely történhetne pl.:

- a zónahatárok védendő létesítménytől megfelelő távolságra történő kijelöléssel,

²⁷ Megjegyzés: a [13] Rendelet 30.§ alapján a tervezés során figyelembe kell venni a mindenkori Tervezési Alapfenyegetettséget is, így a jogszabályban előírt minimális műszaki-technikai követelmények túlerőltetése egyes esetekben szükséges lehet.

²⁸ ún. energiaforrás (elektronikus, mechanikus, vegyi), robbanóanyag, detonátor, kábel, indító (kapcsoló).

²⁹ ang. Computer Tomograf.

³⁰ Részletesen ld. Bunyitai Ákos – Dudás József – Forray Tamás: Személybeléptetés során alkalmazható robbanóanyag -és robbanószerkezet felderítésére alkalmas biztonsági ellenőrzési eljárások összehasonlítása [17]

- a zónahatárok mechanikai megerősítésével,
- védőfalak alkalmazásával,
- védendő anyagokat, rendszereket, rendszerelemeket befoglaló építmények szerkezeti megerősítésével;

nem fogalmaz meg követelményt a Fizikai Védelmi Rendszer hatékonyságát befolyásoló technika és élőerő robbantás elleni védelméről, mely történhetne:

- a rendszertechnikai központok, szerverek, portaépületek, felállított őrhelyek és egyéb őrszolgálati helyiségek mechanikai megerősítésével,
- a belső elhárító erők járműveinek megfelelő kiválasztásával,
- a belső elhárító erők képzésével és megfelelő felszerelésével,
- a belső elkövetők veszélyét csökkentő intézkedésekkel³¹,

nem fogalmaz meg követelményt a robbanóanyag felderítéssel, detektálással, esetlegesen robbanóanyag gyanúval kapcsolatos belső szabályzatokkal, protokollokkal, vészhelyzeti forgatókönyvekkel kapcsolatosan³², illetve az üzemeltető személyzet biztonságával kapcsolatosan, pl. biztonsági távolságok meghatározásával.

A fentiekben felsoroltak egy jelentős része az „építészeti bűnmegelőzés”³³ fogalom tárgykörébe tartozik. Célja az épített környezet olyan tudatos tervezése, amely elősegíti a bűncselekmények megelőzését, visszaszorítását és felderítését, elősegíti a biztonságérzet és biztonság tudatosság növelését. A Rendeletben tetten érhető a jogszabályalkotó azon szándéka, hogy a nukleáris létesítmény tervezése legyen tudatos, az „építészeti bűnmegelőzés” eszköztára egy kritikus infrastruktúránál széles spektrumon mozoghat. A létesítményen belül ez a biztonság-szemponturna szemlélet a létesítmény biztonságáért felelős szervezet feladata és felelőssége. A létesítmény közvetlen környezetében pedig általában közterület húzódik.

A jogszabályokban meghatározott minimum követelmények teljesítésére az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) útmutatók révén – nem kötelező érvényű – ajánlásokat fogalmaz meg.

4. AZ ORSZÁGOS ATOMENERGIA HIVATAL FV-3. SZ. ÚTMUTATÓJA A „RÉSZLETES KÖVETELMÉNYSZINTEK A DETEKTÁLÁS FIZIKAI VÉDELMI FUNKCIÓ RENDSZEREIHEZ ÉS RENDSZERELEMEIHEZ”

A jogszabályi előírásoknak történő megfelelés érdekében, a nukleáris létesítmény védelmét tervező, üzemeltető szakemberek részére az Országos Atomenergia Hivatal – az ágazatban kompetens hatóságként – útmutatókat dolgozott ki és adott közre. A témában releváns FV-3. sz.

³¹ Bővebben ld. Ákos Bunyitai: Insider Threat Mitigation in High Security Facilities [18]

³² Ugyanakkor a talált robbanótestek bejelentésére vonatkozóan irányadó a 142/1999. Korm. rendelet a tűzszerészeti mentesítési feladatok ellátásáról. [19]

³³ Az „építészeti bűnmegelőzés” azonos elveket és célokat takar, mint pl. az Amerikai Egyesült Államokban használatos CPTED (ang. Crime Prevention Through Environmental Design) fogalom, vagy a Nagy-Britanniában használatos SBD (ang. Secured by Design) fogalom.

útmutató [22] 3.2. Specifikus ajánlások, 3.2.3. A beléptető rendszer rendszerelemei, Biztonságtechnikai átvizsgáló eszközök című alfejezet minimális követelményszintet javasol a csomagvizsgáló, robbanóanyag detektor és fémdetektor tekintetében:

„a) Csomagvizsgáló. Általában röntgensugaras berendezések. Lehet mobil és stabilan telepített változat is. Legyen képes legalább 30 mm fém átvilágítására. A felbontása (vezetékfelismerés) minimum 38 AWG. Az adott térfogati elemet lehessen felülről és oldalról szkennelni. Képfeldolgozó szoftverek segítsék az operátor munkáját.

b) Robbanóanyag detektor. Általában ionmozgékonyág spektrométerek (Ionmobility Spectrometer, IMS). A duál rendszerek (DIMS) a robbanóanyag kimutatása mellett legyenek alkalmasak kábítószerek kimutatására is. Legalább 20 anyagra programozhatók, a maximális kimutatási idő 10 s. A kimutatási küszöb kábítószertől függően (kokain, heroin, LSD, stb.) 1-5 ng, meghatározott robbanóanyagra (TNT, RDX, PETN, Semtex, stb.) 50-200 pg.

c) Fémdetektor. Legyen képesek kimutatni a fémeket, fémötvözeteket, és a nem mágnesezhető anyagokat. Lehet stabilan telepített (fémdetektor kapu) és kézi változat is. Álljon ellen az elektromágneses interferenciáknak, illetve legyen erős vasalatú földemek közelében használható. Fémdetektor kapu esetén akár magas áthaladási sebesség mellett is sikeres legyen a detektálás (max. 5 m/s).”³⁴

Az idézett részletben a Hatóság részéről nevesítésre kerül a robbanóanyag detektálás – mint a beléptető rendszer, azon belül a biztonsági átvizsgáló eszközök egyik fontos képessége – és konkrétan megnevez négy robbanóanyagot: „TNT³⁵, RDX³⁶, PETN³⁷, Semtex³⁸”, melyet kis mennyiségben is javasoltan ki kell, hogy mutasson a berendezés. A felsorolás példálódzó jellegű, nem célja a teljesség.

Az útmutató hasznos kiegészítője a jogszabálynak, ugyanakkor itt sem kerül meghatározásra a kívánt funkció, illetve nem kerül részletesen és az elérhető műszaki paraméterekkel naprakészen specifikálásra a minimálisan elvárható műszaki tartalom.³⁹ Az útmutató nem nyújt segítséget a robbanóanyag a védelem tárgyától történő távolság kikényszerítésére, illetve a robbanóanyag célba juttatásának megtörésére, lassítására; valamint az esetlegesen bekövetkező

³⁴ [22] 3.2.3. A beléptető rendszer rendszerelemei

³⁵ TNT: Trinitrotoluol (C₇H₅N₃O₆)

³⁶ RDX: Hexogén (C₃H₆N₆O₆)

³⁷ PETN: Nitropenta (C₅H₈N₄O₁₂)

³⁸ Semtex: plasztikus, PETN/RDX-alapú robbanóanyag

³⁹ Megjegyzendő, hogy a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) az útmutatójában [24] ajánlást tesz a robbanóanyag felderítésére, detektálásra, de annak eszközeire és módjára nem; azonban előkészítési stádiumban van a „Handbook on the Design of Physical Protection Systems for Nuclear Material and Nuclear Facilities” című útmutató (NST055), melyben a „Detection” fejezetnek külön alfejezete foglalkozik a robbanóanyagok detektálására alkalmazható eljárásokkal és eszközökkel.

robbanás negatív, ölü-romboló hatásának mérséklésére hatékonyan alkalmazható mechanikai elemek⁴⁰ kiválasztásához, illetve méretezéséhez.

A nukleáris létesítmények kitétségére és kiemelt szerepére tekintettel, összhangban az EU 2019/1148 rendeletével [23], hasznos lenne legalább útmutató-szinten felhívni a nukleáris engedélyesek figyelmét a robbanóanyag-prekursorok, többkomponensű (akár helyszínen keverhető) továbbá a házi készítésű robbanóanyagok detektálásának jelentőségére.

ÖSSZEGZÉS

Kiemelt objektum biztonságáért felelős személynek elsődleges feladata objektumvédelmi-jellegű [24]; ennek érdekében az év minden napján, minden napszakban, minden időjárási helyzetben, a létesítmény minden várható, tervezett – és bizonyos keretek közt az előre nem tervezett – üzemállapotában a várható kockázatokkal szemben megfelelően hatékony, komplex védelmi rendszer tervezésével, kiépítésével és üzemeltetésével kell hozzájárulnia a létesítmény fő funkcióinak biztosításához, legyenek az nemzetbiztonsági, nemzetgazdasági vagy bármely más rendeltetésűek.[25][26] Ezen feladatok közé tartozik a létesítmény bűnös szándékú robbantásos cselekmények elleni védelme is. [27][28]

Összességében elmondható, hogy a nukleáris létesítmények fizikai védelme szempontjából releváns Atomtörvény és 190/2011. Korm. rendelet egyértelműen meghatározzák a védendő anyagokat, rendszereket, rendszerelemeket; az alkalmazandó alapelveket és minimálisan elérni kívánt védelmi képességeket. A jogszabályokból nem maradt ki, ugyanakkor aránytalanul kis mértékben foglalkoznak a robbantás elleni védekezéssel. Kiemelésre és tárgyalásra kerül a beléptetés (jogosultság ellenőrzés és biztonsági ellenőrzés) jelentősége, mint a robbanóanyagok a védelem tárgyától történő távoltartás egyik hatékony eszköze; a mechanikai elemek szintén tárgyalásra kerülnek, ezen eszközök robbantással szembeni védelmi szerepe nem került kiemelésre; a robbantási epicentrumból eredő védőtávolságok szerepe, továbbá a az esetlegesen bekövetkező bűnös szándékú robbantás káros, ölü-romboló hatásának mérséklésére alkalmazható rezsím intézkedések és műszaki megoldások nem kerültek bemutatásra. Fontos megjegyezni, hogy ezek az észrevételek nem „hiányosságok”, hiszen a megfelelően hatékony védelem tervezéséért, kiépítéséért és üzemeltetéséért mindenkor a nukleáris Engedélyes felelős.

A törvényi és Kormányrendelet-szintű jogszabályok – a jogszabályalkotás folyamatát szem előtt tartva – nem követhetik le a védelmi piac változásait, nem lehetnek mindig műszakilag naprakészek; fő feladatuk az irányelvek, célok, fő funkciók meghatározása, fogalmak definiálása. A védelmi szektor változásait, az új trendeket, eszközöket az útmutatók hivatottak lekövetni, melyek segítséget nyújtanak – bemutatva a védelem eszköztárát a rezsím intézkedések, belső szabályzók, a mechanikai védelem, az elektronikus jelzőrendszer, az élőerő

⁴⁰ Falazat, nyílászárók, kerítés, feszített és lehorgonyzott sodrony, Jersey fal, Texas (T) panel, L-panel, Colorado fal, stb.

és kapcsolódó peremterületei, pl. kommunikáció, szünetmentes elektromos betáplálás tekintetében – a létesítmény védelméért felelős szakemberek részére. [29][30]

A hazai, nukleáris létesítményekre vonatkozó útmutatókat összehasonlítva⁴¹ – általános védelmi, nem nukleáris ipari – nemzetközi ajánlásokkal: számos részletes, közérthető, ugyanakkor szakmailag korrekt ajánlás létezik, melyek közül jónéhány külön tárgyalja az objektumok robbantással szembeni védelmét⁴², illetve léteznek külön az átvizsgáló berendezésekre vonatkozó ajánlások⁴³ is. Ezeket célszerű a védelmi szakembereknek áttanulmányozni és az alapelveket – kiemelt létesítményekre – megfontolandó volna állami szinten, jogszabályokkal kötelezővé tenni, a konkrét műszaki megoldásokra pedig rendszeresen felülvizsgált és frissített útmutató vagy kézikönyv formájában ajánlásokat megfogalmazni.

Jelen tanulmány alapján téves lenne azt feltételezni, hogy a magyar nukleáris létesítmények nem megfelelően felkészültek a bűnös szándékú robbantásos cselekmények megfelelő megelőzésére, elhárítására, illetve kezelésére; a fentiek alapján csupán az állapítható meg, hogy a hazai, nyilvánosan, bárki által hozzáférhető jogszabályok, illetve ajánlások nem kezelik teljes körűen a kérdéskört, ezáltal nagyobb felelősséget ruháznak – egyúttal szélesebb mozgásteret engedve – a létesítmény védelméért felelős szakemberekre.

Hivatkozott irodalom jegyzéke:

- [1] 1824/2015. (XI. 19.) Korm. határozat a terrorizmus elleni küzdelem feladatainak egységes végrehajtási rendjéről;
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A15H1824.KOR&txtreferer=00000003.TXT>
- [2] INSTITUTE FOR ECONOMICS & PEACE: Global Terrorism Index 2023.
<https://www.economicsandpeace.org/wp-content/uploads/2023/03/GTI-2023-web.pdf>
- [3] A Kormány 1035/2012. (II. 21.) Korm. határozata Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról
https://2010-2014.kormany.hu/download/f/49/70000/1035_2012_korm_hatarozat.pdf
- [4] 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1200166.tv>
- [5] 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A20H1163.KOR&txtreferer=00000001>
- [6] 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1300065.kor>

⁴¹ Az Országos Atomenergia Hivatal útmutatóin túl állami szinten említésre érdemes a Terrorelhárítási Központ kézikönyve, ez azonban főként az új típusú, „puha célpontok” ellen irányuló merényletekkel szembeni védekezésre fókuszál.

⁴² Ld. pl. U.S Department of Homeland Security: FEMA-426, FEMA-430.

⁴³ Ld. pl. U.S Department of Justice ajánlásai.

- [7] 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról;
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0700086.tv>
- [8] 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról;
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99600116.tv>
Atomsorompó egyezmény: Egyesült Nemzetek Szervezete Közgyűlésének XXII. ülészakán, 1968. június 12-én elhatározott, a nukleáris fegyverek elterjedésének megakadályozásáról szóló szerződés; Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT), IAEA INCIRC/140, 1970.
- [9] 1970. évi 12. törvényerejű rendelet – az Egyesült Nemzetek Szervezete Közgyűlésének XXII. ülészakán, 1968. június 12-én elhatározott, a nukleáris fegyverek elterjedésének megakadályozásáról szóló szerződés kihirdetéséről
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=97000012.TVR>
- [10] Convention on the Physical Protection of Nuclear Material (CPPNM), IAEA INFCIRC/274/Rev 1, 1980. <https://www.iaea.org/sites/default/files/infcirc274r1.pdf>
- [11] 1987. évi 8. törvényerejű rendelet a nukleáris anyagok fizikai védelméről szóló egyezmény kihirdetéséről; <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=98700008.TVR>
- [12] 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100190.kor>
- [13] 175/2003. (X. 28.) Korm. rendelet a közbiztonságra különösen veszélyes eszközökről
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0300175.kor>
- [14] 2004. évi XXIV. törvény a lőfegyverekről és lőszerkekről
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0400024.tv>
- [15] 27/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2200027.stf>
- [16] BUNYITAI Ákos – DUDÁS József – FORRAY Tamás: Személybeléptetés során alkalmazható robbanóanyag -és robbanószerkezet felderítésére alkalmas biztonsági ellenőrzési eljárások összehasonlítása, Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium 2022, pp.: 217-231. ISBN: 9786150160092; http://mare.info.hu/sites/default/files/furas-robbantastechnika_nemzetkozi_szimpozium_2022_kulonkiadas_mare_lektoralt_pdf.pdf
- [17] BUNYITAI Ákos: Insider Threat Mitigation in High Security Facilities, Nemzetbiztonsági Szemle, 11/1, pp. 49-61., 2023., ISSN 2064-3756, DOI: 10.32561/nsz.2023.1.4.
<https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/nbsz/article/view/6464/5371>
- [18] 142/1999. Korm. rendelet a tűzszerészeti mentesítési feladatok ellátásáról
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99900142.kor>
- [19] 30/2011. (IX. 22.) BM rendelet a rendőrség szolgálati szabályzatáról
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100030.bm>

- [20] 295/2010. (XII. 22.) Korm. rendelet a terrorizmust elhárító szerv kijelöléséről és feladatai ellátásának részletes szabályairól; <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1000295.kor>
- [21] ORSZÁGOS ATOMENERGIA HIVATAL: FV-3. sz. útmutató Részletes követelményszintek a detektálás fizikai védelmi funkció rendszereihez és rendszerlemeihez, v3, Budapest, 2022. április. [https://www.haea.gov.hu/web/v3/oahportal.nsf/863B756DDE5DECB1C1257F8800340902/\\$FILE/FV-3_v3_v%C3%A9gleges.pdf](https://www.haea.gov.hu/web/v3/oahportal.nsf/863B756DDE5DECB1C1257F8800340902/$FILE/FV-3_v3_v%C3%A9gleges.pdf)
- [22] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2019/1148 rendelete (2019. június 20.) a robbanóanyag-prekursorok forgalmazásáról és felhasználásáról <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:02019R1148-20190711&from=HU>
- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY: Nuclear Security Series No. 13 Recommendations Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities (INFCIRC/225/Revision 5), Vienna, 2011. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1481_web.pdf
- [24] BUNYITAI Ákos: Kiemelt létesítmények bűnös szándékú robbantás elleni védelmének lehetőségei szakdolgozat, ÓE BGK, Budapest, 2023.
- [25] BALOGH Zsuzsanna: Objektumok robbantásos cselekmények elleni védelmének lehetőségei Doktori (PhD) értekezés, NKE KMDI, Budapest, 2013.; <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/20.500.12944/12290/Balogh%20Zsuzsanna%20%c3%a9rtekez%20%c3%a9s.pdf?sequence=26&isAllowed=y>
- [26] BUNYITAI Ákos: TeraHertz-es technológia alkalmazása a biztonságtechnikában, Hadmérnök, V. évfolyam, 2. szám, 2010/2., ISSN: 1788-1919, http://hadmernok.hu/2010_2_bunyitai.pdf
- [27] DARUKA Norbert: A bűnös célú/terrorista robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei; Műszaki Katonai Közlöny 2010. évi 1-4 összevont kiadás, pp.: 229-242., ISSN 1219-4166. https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2010_16%20A%20b%20C5%B1n%20C3%B6s%20c%20C3%A9l%20C3%BA%20robb%20v%20C3%A9d.pdf
- [28] DARUKA Norbert: A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására Doktori (PhD) értekezés, NKE, BP., 2013. <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/20.500.12944/12302/Daruka%20Norbert%20%c3%a9rtekez%20%c3%a9s.pdf?sequence=14&isAllowed=y>
- [29] LACZIK Balázs: Épületek robbantásos terrorista cselekmények elleni védelmének hazai jogi szabályozása, valamint a védekezés módjai, formái és eszközei, Műszaki Katonai Közlöny, XXII. évfolyam, 2012. 3. szám, ISSN 1219-4166 <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/3504/2755>
- [30] PETŐ Richárd: Objektumok védelmének eszközei és lehetőségei a bűnös célú/terror jellegű robbantásokkal szemben Doktori (PhD) értekezés, ÓE BDI, Budapest, 2017. https://lib.uni-obuda.hu/sites/lib.uni-obuda.hu/files/Peto_Richard_ertekezes.pdf

**TECHNOLOGIES FOR THE REMOVAL OF EXPLOSIVE CHARGES OF
ARTILLERY AND TANK AMMUNITION PROJECTILES, MORTARS AND
MORTAR SHELLS IN THE HUNGARIAN ARMED FORCES**

**TÜZÉRSÉGI ÉS HARCKOCSILŐSZER LÖVEDÉKEK, AKNAGRÁNÁTOK
ROBBANÓANYAG TÖLTETEI ELTÁVOLÍTÁSÁNAK MAGYAR HONVÉDSÉGBEN
ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIÁI**

ÉLES Péter¹

Abstract

The author in his study discusses one segment of the management of the surplus ammunition stockpile of the Hungarian Defense Forces, which is unsuitable for military use, namely how artillery, tank and mortar shells can be disposed without blasting. In this context, author describes the previous and current technologies for extracting explosives from various projectiles. Since it is dangerous work, also covers safety and health regulations.

Keywords: explosives handling, disarming ammunition, dismantling.

Összegzés

A szerző tanulmányában a Magyar Honvédség készletében lévő hadihasználatra alkalmatlan, felesleges lőszerkészletek kezelésének egyik szegmensét tárgyalja, nevezetesen azt, milyen módon ártalmatlaníthatók a tüzérségi, harckocsi- és aknavetőgránátok robbantás nélkül. Ennek keretében ismerteti a robbanóanyagok kinyerésének korábbi és jelenlegi technológiáit a különféle lövedékekből. Veszélyes munkákról lévén szó, kitér a biztonsági és egészségvédelmi rendszabályokra is.

Kulcsszavak: robbanóanyag kezelés, lőszer hatástalanítása, szétszerelés.

BEVEZETÉS

A hadihasználatra alkalmatlan és felesleges tüzérségi és harckocsilőszerkezetek lövedékei, illetve az aknavető lőszerkezetek (aknagránátok) különböző típusú és mennyiségű robbanóanyagot tartalmaznak. Ezek ártalmatlanítása több módszerrel történhet. Legegyszerűbb a megsemmisítésük (felrobbantásuk) tüzészerkezetek által. Ennek a módszernek az előnye, hogy gyors, viszonylag nagy mennyiség robbantható rövid idő alatt. Hátránya, hogy rendkívül drága (főként, ha a felhalmozódott kezelendő készletek mennyisége nagy), a robbantótér rekultivációs munkái időigényesek és költségesek. Mindazonáltal a kezelésre, szállításra veszélyes lőszerkezetek ártalmatlanításának ez az egyetlen engedélyezett módja, amelyet a Magyar Honvédség tüzészerkezet szakemberei jogosultak végrehajtani.

Másik módszer a robbanótöltetek kiolvasztásos módszerrel történő eltávolítása a lövedéktestekből – ezt a módszert szintén alkalmazzuk a Magyar Honvédségnél. A továbbiakban a kiolvasztási módszer technológiáit ismertetem, mellyel a korábbi években óriási mennyiségű lövedéket ártalmatlanítottunk, valamint napjainkban – kissé módosított formában – újra alkalmazzuk.

¹ MH Anyagellátó Raktárbázis Központi Anyagellátó Osztály, osztályvezető; Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Hadtudományi Iskola, doktorandusz. E-mail: eles.peter36@gmail.com; ORCID: 0000-0002-9938-9823.

1. A ROBBANÓANYAG LÖVEDÉKEKBŐL TÖRTÉNŐ KIOLVASZTÁSÁRÓL ÁLTALÁBAN

A Magyar Honvédség (a továbbiakban: MH) készletében lévő hadihasználatra alkalmatlan és felesleges, lövészlőszer feletti űrméretű lövések robbanótölteteinek fajtája, típusa az eredeti alkalmazási körüktől függően többféle lehet. Így általában a repesz-², a romboló-³, a repesz-romboló⁴ lövedékek TNT-t⁵, a hagyományos páncéltörő lövedékek – amelyek mozgási energiájuk révén érik el a páncéltörő hatást – A-IX-1-et⁶ vagy A-IX-2-t⁷ (különbféle hexogének), a repesz aknagránátok TNT és dinitro-naftalin különböző arányú keverékét, ún. TD robbanóanyagot⁸ tartalmaznak.[1] Amint a későbbiekben látni fogjuk, a TNT és TD robbanóanyagokat az eljárás során teljes mértékben megolvasztják, míg az A-IX-1 és A-IX-2 hexogének esetében (mivel ezek a lövedéktestekbe sajtolt, ragasztott préstestek) csak a ragasztóanyag olvad meg.[2]

A robbanóanyagok eltávolítását 2000 decemberéig az MH Lőszerellátó Központ, majd átszervezés után a belőle megalakított MH Lőszerjavító és Bevizsgáló Üzem Termelési Osztálya hajtotta végre. 2000. december 31-ével a hadrendi keretek között folyó lőszerészetszerelés, ártalmatlanítás megszűnt. A képesség 2011-es reaktiválását követően ezt a tevékenységet az előző két szervezet jogutódjai, az MH Veszélyesanyag Ellátó Központ Lőszereszerelő Részlege, majd az MH Anyagellátó Raktárbázis (a továbbiakban: MH ARB) Lőszertechnikai Alosztály végzi. Földrajzilag a felsoroltak mind a lőszerjavítás, -karbantartás és szétszerelés fellegvárát, Pusztavacsot jelentik. A megnevezések változásai miatt a továbbiakban egységesen a lőszereszerelő üzem megjelölést használom a szervezeti elemre.

A technológia lényege, hogy a lövedékekben lévő robbanóanyagot külső behatással addig melegítjük, amíg az megolvad és a lövedékből kifolyik (repsz-, romboló- és repesz-romboló lövedékek), illetve amíg a ragasztószer elengedi a besajtolt préstestet (hagyományos páncéltörő lövedékek) és az kihullik. A robbanóanyagot tálcában fogják fel, ezeket a technológiában előírt mennyiség elérése után ürítik, a kinyert robbanóanyagot elcsomagolják.

² Repeszgránátok (szárazföldi): „...az ellenség szabadban vagy gyenge fedezékek mögött elhelyezkedő élő erejének repeszekkel való leküzdésére, tűzér ütegek lefogására és könnyű tábori fedezékek lerombolására szolgálnak.” – Lőszer anyagismeret (Tüfe/136), 100. oldal. A Honvédelmi Minisztérium kiadása, 1972.[1]

³ Rombológránátok: „...tábori védelmi létesítmények (lövészárkok, könnyű fedezékek, figyelőállások), az ellenség által támaszpontokká kiépített kő és téglapületek lerombolására, betonozott létesítményekről a földburkolatok leszedésére, az ellenség élő erejének és tüzeszközeinek, páncélozott szállítójárművek és harckocsik megsemmisítésére szolgál azok összpontosítási helyein.” – Lőszer anyagismeret (Tüfe/136), 103. oldal. A Honvédelmi Minisztérium kiadása, 1972.[1]

⁴ Repesz-romboló gránátok: „...a repeszgránátok és a rombológránátok egyesítését képezik és az ellenség élőereje lefogásával és megsemmisítésével kapcsolatos feladatok megoldására, továbbá az ellenséges tábori védelmi létesítmények rombolására szolgálnak.” – Lőszer anyagismeret (Tüfe/136), 103. oldal. A Honvédelmi Minisztérium kiadása, 1972.

⁵ TNT: trinitro-toluol.

⁶ A-IX-1: flegmatizált hexogén (6% viasz flegmatizátor).[2]

⁷ A-IX-2: alumíniumporral kevert flegmatizált hexogén (73% hexogén, 23% alumínium, 4% viasz).[2]

⁸ TD-42 és TD-50. Az első 42% TNT és 58% dinitro-naftalin, a második 50% TNT és 50% dinitro-naftalin keveréke.

A melegítést korábban (2000 decemberéig) egy mozdonykazan által termelt gőzzel valósítottuk meg. A fűtésre volt biztosítva tűzifa, de emellett felhasználtuk a lőszeres csomagolóeszközöket (lőszeresládák), valamint például a 42M kézigránátok ártalmatlanításából nyert zúzott fanyeleket is. [3][4] A mozdonykazan által termelt forró, nagynyomású gőz csővezetéken jutott el a kiolvasztó épületbe. Itt ún. kiolvasztó kádak álltak, amelyekbe a lövedékeket állították. Ezekbe a kádakba vezették a csövek a gőzt, ami felmelegítette a lövedékeket és bennük a robbanóanyagot.

A lőszerszerelő üzem hadrendi reaktiválását követően a kiolvasztási technológia nem volt azonnal újraindítható, mivel a mozdonykazan, illetve a gőzvezető rendszer használhatatlanná vált, magának a kiolvasztó helyiségnek az állapota erősen leromlott. Ezért más megoldást kellett keresni. Így született meg a robbanóanyagok kiolvasztó kádban, forró vízzel történő eltávolításának technológiája.

Mivel a lövedék szerkezete meghatározza a robbanóanyag illetően történő eltávolításának menetét, ezek után tekintsük át részletesebben a kiolvasztás folyamatát a különböző lőszerfajták esetében.

2. ROBBANÓANYAG KIOLVASZTÁS A REPESZ, REPESZ-ROMBOLÓ TŰZÉRSÉGI ÉS HARCKOCSI LŐSZEREK LÖVEDÉKEIBŐL

A repesz és repesz-romboló lőszereseket élőerő, fedezékek, erődítések pusztítására alkalmazzák. Az MH készletében lévő hadihasználatra alkalmatlan és felesleges ilyen fajtájú lőszeresek majdnem kivétel nélkül TNT-vel vannak szerelve. Általában a 82 mm-es repesz aknagránátok azok, amelyek a TD robbanóanyagkeveréket tartalmaznak. [3] A robbanótöltet indítása pillanat- vagy időzíthető gyújtóval történik.

A robbanóanyag kiolvasztás a lőszer teljes szétszerelésnek részét képezi, igaz ez az osztott és egyesített lőszeresekre egyaránt.

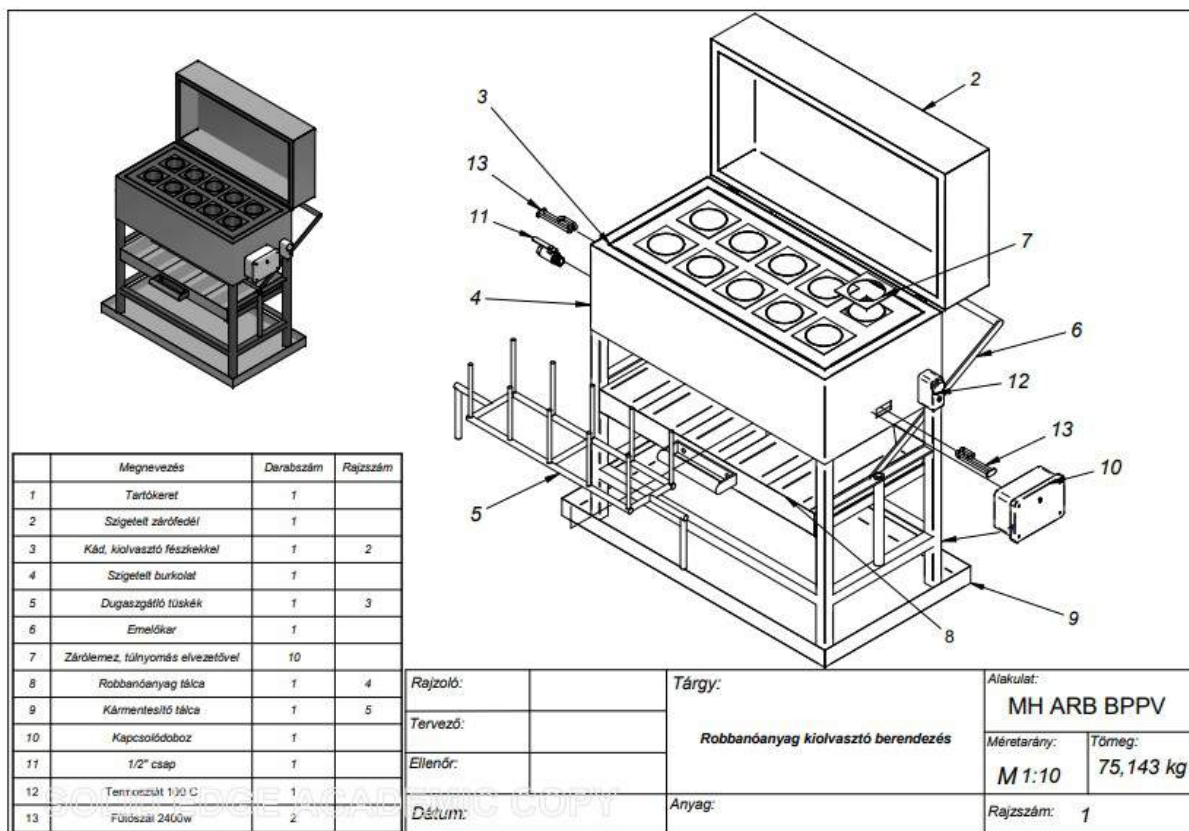
A kiolvasztásra kerülő lövedékekből már a szétszerelés korábbi fázisában eltávolítják a gyújtót (legyen az orr- vagy fenékgyújtó). A gyújtófészkekbe műanyagból (bakelitből) készült tárolócsavart helyeznek. A tárolócsavar lényegében egy menetes zárókupak, ami a gyújtófészkekbe becsavarva meggátolja a szennyeződések behatolását a lövedékbe. A lövedékeket ez követően átszállítják a kiolvasztó telepre.

A korábbi mozdonykazános eljárásnál a felfűtést már a műszak tényleges megkezdése előtt elvégezték, így a munkaidő elején megindulhatott a lövedékek kiolvasztó kádakba történő behelyezése. Egy kiolvasztó kádba általában 8-10 darabnak volt kialakítva hely. „Bennük lövedék típusnak megfelelő, cserélhető fészkek vannak, amelyekbe a lövedékek szájnnyílással lefelé helyezendők el. A szájnnyílás a kád alján lévő lyukon át a külső környezettel érintkezik. A forró gőz a zárt kádban lévő lövedékekben megolvasztja vagy a TNT-t vagy a TD-t. A TNT a

lővedék szájnylásán át kifolyik az alatta elhelyezett tálcába és ott megdermed.”⁹ Egy ciklus hozzávetőleg 1 órát vett igénybe. A dermedés után a tálcából fakalapácsokkal kiütötték a robbanóanyag pogácsákat paraffinált papírral bélelt lőszeres ládába. Ezeket műszaki ellenőr jelenlétében mérlegelték, majd a ládákat kívül-belül csomagolójeggyel látták el, lezárták és leplombálták. A csomagolójegy tartalmazta az anyag megnevezését, tömegét, a csomagolás dátumát (ami egyben a kiolvasztás dátuma is), a csomagoló személy és a műszaki ellenőr aláírását. A plombalenyomat a műszaki ellenőr saját névre kiadott (névre kiadott) plombabetétjének kódját tartalmazta, ami alapján visszakereshető a személy. [5]

Napjainkban a lőszerszerelő üzem saját tervezésű és gyártású elektromos kiolvasztó kádjában folyik a robbanóanyag kinyerése. Jelenleg a 82 mm-es repesz aknavető lőszeres kiolvasztására alkalmas berendezés áll rendelkezésre, de amint az a következőkből belátható, más ürméretekre és más felépítésű lőszeres berendezésekre is alkalmazható a kialakítás elve. [6]

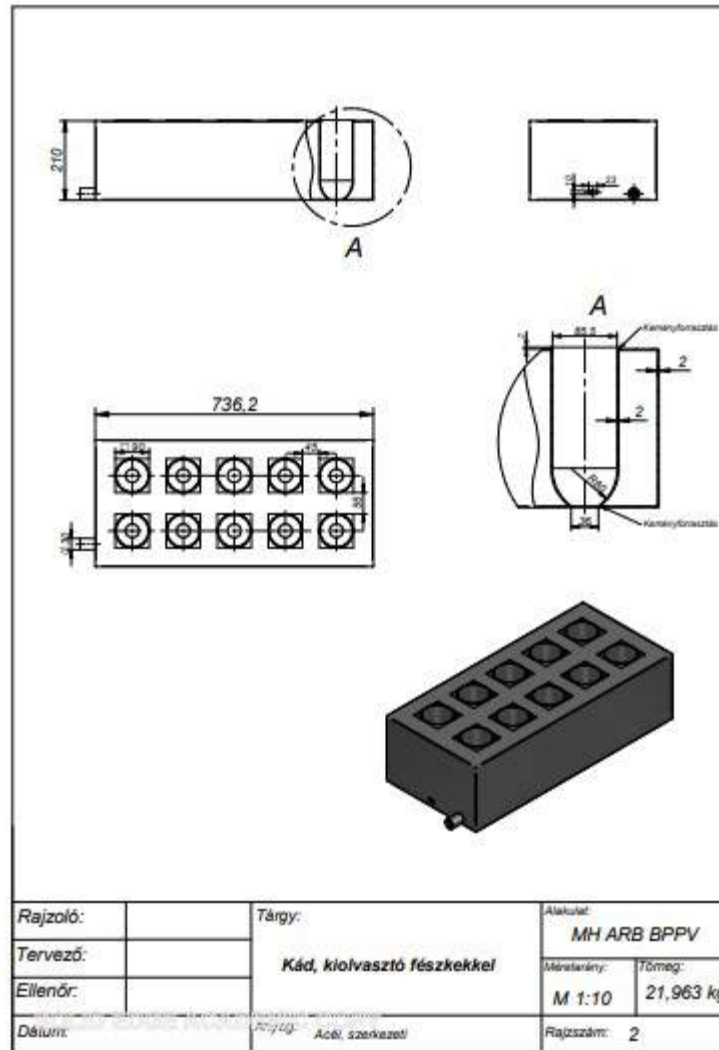
Alább láthatók a berendezés összeállítási ábrája, valamint a kiolvasztó kád szerkezete. A rajzok a kiolvasztó berendezés műszaki leírásából származnak.



1. ábra: Robbanóanyag kiolvasztó berendezés¹⁰ [5]

⁹ Éles Péter: Lőszeres szétszereléssel történő hatástalanítása a Magyar Honvédségben – múlt, jelen, jövő. I. Fúrás-robbantástechnika nemzetközi szimpóziium különkiadás 2022., 108. oldal.

¹⁰ Forrás: A 001-RKB-BPPV robbanóanyag kiolvasztó berendezés műszaki leírása és üzemeltetési utasítása. MH ARB Bázisparancsnokság (Pusztavacs), 2021. Készítette: Éles Péter őrnagy. A rajzot készítette: Berki Zoltán honvédelmi alkalmazott.



2. ábra: Kiolvasztó kád a kiolvasztó fészkekkel¹¹

A kiolvasztás a kádban történik, ami a berendezés fő szerkezeti egysége. A fűtőközegként szolgáló vizet két elektromos fűtőszál melegíti fel, egyenként 2,4 kW teljesítménnyel. Táplálása: 380 V, 32 A áram. Maga a szerkezeti egység „...egy szigetelt, zárható fedelű, dupla falú kiolvasztó kád a kiolvasztó fészkekkel. Fészkeibe (10 db) kell helyezni a kiolvasztandó aknalőszereket. A fészkek anyaga sárgaréz (megengedhető más színesfém is). A kádba kell tölteni 40 dm³ vizet, ami felmelegítve a kiolvasztáshoz szükséges hőt szolgáltatja. A fészkek a kádba keményforrasztással rögzülnek. A víz a fészkek belsejébe nem juthat be. A kád duplafalú, a falak között hőszigetelőanyag, üveggyapot van elhelyezve, ami két célt szolgál: először csökkenti a víz hővesztését, így a kiolvasztás hatásfoka nagyobb, másodsor a szigetelésnek köszönhetően a kád külső fala nem forrósodik át, égési sérülést nem okozhat a kezelő állománynak (szabad kézzel is érinthető hőmérsékletű marad). A duplafalú kád összeszegecselt acéllemezekből áll. [6]

¹¹ Forrás: A 001-RKB-BPPV robbanóanyag kiolvasztó berendezés műszaki leírása és üzemeltetési utasítása. MH ARB Bázisparancsnokság (Pusztavacs), 2021. Készítette: Éles Péter őrnagy. A rajzot készítette: Berki Zoltán honvédelmi alkalmazott.

A zárható fedél funkciója szintén a hővesztés csökkentése. Kialakítás megegyezik a kád kialakításával: duplafalú, szigetelt, szegecselt acéllemezek (a szigetelőanyag megegyezik a kád szigetelő anyagával). A fedél nyitáskor és záráskor két zsanéron fordul el, a hátsó részénél határoló fedélakasztó lapok akadályozzák meg a fedél hátracsuklását. A fedél mellső részén 2 db békazár akasztó található, amelyekbe a kád homlokfalára szerelt 2 db békazár illeszkedik, létrehozva a berendezés reteszelését.”¹²

A fészek kialakítása szabja meg, milyen lövedék kiolvasztására alkalmas a berendezés, tehát annak megfelelő megválasztásával új berendezések gyárthatók le a különböző lőszerfajták kezelésére – természetesen a megfelelő méretezéssel. Másik opció egy univerzális berendezés összeállítása, amiben a fészekblokk cserélhető a kiolvasztandó lövedékeknek megfelelően. Ez a megoldás még nincs tervezési fázisban. [6]

3. ROBBANÓANYAG KIOLVASZTÁS A HAGYOMÁNYOS PÁNCÉLTÖRŐ TŰZÉRSÉGI ÉS HARCKOCSI LŐSZEREK LÖVEDÉKEIBŐL

A korábbi kiolvasztási technológia alkalmazása során a hagyományos páncéltörő lőszerke-
lővedékeinek kiolvasztásának technológiai folyamata nem tért el jelentősen a repesz/romboló
lővedékek ilyen kezelésétől. A változtatás a műszaki megoldásban volt, nyilvánvalóan a gránát
eltérő szerkezeti kialakítás miatt. A hagyományos páncéltörő lövedékek hatásmechanizmusukból
kifolyólag nem lehettek orrgyújtós kialakításúak: a lövedéknek orr részével neki kellett ütköznie
az átütendő páncéltesthez, azt mozgási energiájával meg kellett rongálnia, át kellett törnie,
ezután kellett a robbanóanyagnak működébe lépnie. Ezért az ilyen lövedékeket késleltetett
fenékgyújtóval és nagy teljesítményű brizáns robbanóanyaggal szerelték (pl. A-IX-2). [7]
Ebből következik, hogy a robbanóanyag kiserelésének útja a fenékgyújtó fészekén keresztül
lehetséges, amiből viszont az következik, hogy a kiolvasztó kádba fenékkal lefelé kellett
elhelyezni. A robbanóanyag a lövedékbe préstestként volt beszerelve és ragasztóanyaggal
(cerezinnel) rögzítették. A kiolvasztáskor ez a ragasztó olvadt meg, eleresztve a préstestet, ami a
fenéknyíláson a már a fentebb említett tálcákba hullott. Innentől a technológiai lépések
megegyeznek a repesz/romboló gránátoknál ismertettekkel (mérés, csomagolás).

4. ROBBANÓANYAG KIOLVASZTÁS A REPEZS AKNAGRÁNÁTOKBÓL

A repesz aknagránátok külön említését, rövid tárgyalását azt teszi szükségessé, hogy szerkezeti
kialakításuk miatt egy nehézség adódik a robbanóanyag maradéktalan eltávolításával
kapcsolatban. Az aknalőszerke-
testének formája eltér a lövegből kilőtt repesz-
rombológránátokétól. Az utóbbiak orr-részének ogivál kialakítása nem akadályozza a megolvadt
robbanóanyag eltávolítását. Az aknalőszerke-
orr-része azonban legömbölyített, a gyújtó fészek

¹² A 001-RKB-BPPV robbanóanyag kiolvasztó berendezés műszaki leírása és üzemeltetési utasítása, 3. oldal. MH ARB Bázisparancsnokság (Pusztavacs), 2021. Készítette: Éles Péter őrnagy.

körül nincs akkora lejtés, ami a kifolyást elősegítené. Ezért a robbanóanyag, ami olvadt állapotban nagy viszkozitású és tapad, felgyűlik, dugaszt képez, a kifolyás megáll. Ezért a korábbi technológiánál előbb az aknatest gyújtónyílását külön technológia szerint megmunkálták, levágtak belőle, hogy a problémás részt kiiktassák. Ezután kerülhetett sor a kiolvasztásra. A kiolvasztást követően fűróra, esztergagépre szerelt rézkefékkel átsúrolták a gránáttest belsejét, eltávolítandó a robbanóanyag maradványokat. [6][8]

A jelenleg alkalmazott technológiánál mást eljárást követünk. A technológiai utasítás szerint: „A berendezésben lévő 100 C⁰-on hőntartott víz átmelegíti a kiolvasztó fészkekben elhelyezett aknagránátokat, amelyekben a robbanóanyag, elérve olvadáspontját, megolvad és kifolyik a kiolvasztó fészkek alsó nyílásán a kiolvasztó kád alatt elhelyezett, kihúzható robbanóanyag tálcába. A robbanóanyag kiolvadása során dugaszt képezhet, ami akadályozza a kifolyást. Ezt a fészkek nyílásán keresztül az aknagránátok szájnyílásába nyúló dugasz gátló tüskék akadályozzák meg. A tüskék az emelőkeretre vannak rögzítve. A kiolvasztás során (a robbanóanyag olvadásának megindulását követően) az emelőkerettel első alkalommal 30 perc után, aztán szükség szerinti alkalommal az aknagránátok szájnyílásába be kell emelni a dugaszgátló tüskéket, biztosítandó az akadálymentes kifolyást.”¹³ „A kihűlt aknagránátokat egyesével át kell vizsgálni, maradt-e bennük robbanóanyag maradvány. Amennyiben igen, azokat réz kaparó szerszámmal és/vagy gőztisztítóval, a szájmenetből szájmenet ellenőrző idomszerrel el kell távolítani és a többi kiolvadt robbanóanyaggal kell elcsomagolni.” A dugaszgátló tüskék a 3. számú ábrán alább látható, illetve helyét a berendezésen az 1. ábra 5. száma jelöli. [6]

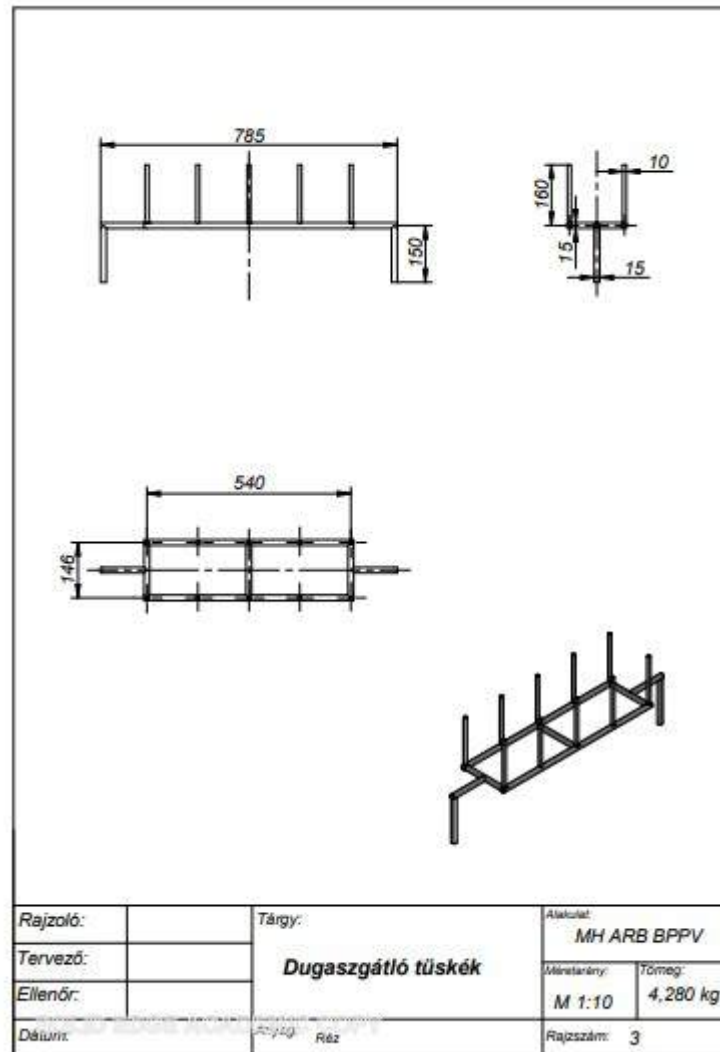
A fenti eljárásrenden kívül alternatív módszerként, jóváhagyott technológia szerint, a robbanóanyag-maradványok oldószeres eljárását is alkalmazzuk. Ez esetben a kiolvasztott aknatesteket kihülés után acetonnal töltik fel, a szájnyílást tárolócsavarral lezárják. Az oldószerrel így feltöltött gránáttesteket 24 óráig állni hagyják, ezután műanyag hordóba ürítik az oldatot. Így a robbanóanyag-maradványok teljesen eltávolíthatók. A technológiai rendben meghatározott időközönként a szennyezett acetont tartalmazó hordókat átadják a pusztavacsi Harcanyag Bevizsgáló Laboratóriumnak további kezelés céljából.

Itt jegyzem meg, hogy a bronz vezetőabronccsal rendelkező lövedékeken még végrehajtották ennek eltávolítását is, amit esztergagépeken végeztek. Ennek lépései:

1. Lövedék befogása
2. Fogás a vezetőabroncon, leválasztás
3. A lövedék és a vezetőabroncs elcsomagolása

Egyfajta összegzésként lássuk röviden, pontokba szedve a robbanóanyagok lövedékekből történő kiolvasztásának lépéseit.

¹³ Technológiai utasítás a 82 mm-es normál aknavető löszerek robbanóanyagának kiolvasztással történő eltávolítására, a nyert végtermékek elcsomagolására és tárolására, 5-6. oldal. MH ARB Bázisparancsnokság (Pusztavacs), 2021.



3. ábra: Dugaszgátló tüskék¹⁴

A korábbi technológia lépései:

1. Kazán felfűtése
2. A lövedékek megvizsgálása, előkészítése
3. Lövedékek kiolvasztó kádakban való elhelyezése
4. A kiolvasztás technológiai idejének kivárása
5. A lövedéktestek eltávolítása a kádakból, hűtés
6. Lövedékek ellenőrzése robbanóanyag mentesség szempontjából
7. A robbanóanyag felfogó tálcákba kifolyt/hullott robbanóanyag és a lövedéktestek kezelése
8. A robbanóanyagok elcsomagolása
9. Lövedékek előkészítése a vezetőabroncsok leválasztására

¹⁴ Forrás: A 001-RKB-BPPV robbanóanyag kiolvasztó berendezés műszaki leírása és üzemeltetési utasítása. MH ARB Bázisparancsnokság (Pusztavacs), 2021. Készítette: Éles Péter őrnagy. A rajzot készítette: Berki Zoltán honvédelmi alkalmazott.

A jelenlegi, eddig még csak a 82 mm-es repesz aknagránátokra alkalmazott technológia lépései:

1. A berendezés előkészítése
2. Az aknagránátok megvizsgálása, előkészítése
3. A kiolvasztó berendezés felfűtése
4. Az aknagránátok behelyezése a kiolvasztó berendezésbe
5. A kiolvasztás technológiai idejének kivárása
6. Az aknagránátok eltávolítása a kiolvasztó berendezésből, hűtés
7. Kiolvasztott aknagránátok üres testeinek mentesítése a robbanóanyag maradványoktól
8. A kiolvasztott aknagránátok és a kinyert robbanóanyag kezelése
9. A robbanóanyagok elcsomagolása

5. BIZTONSÁGOS MUNKAVÉGZÉS A ROBBANÓANYAGOK ELTÁVOLÍTÁSA SORÁN

Az ismertett technológiák szabályos végrehajtás esetében mind biztonságosak. A munkavégző állománynak viselnie kell az előírt védőruházatot és -felszereléseket, be kell tartania az biztonságtechnikai és egészségvédelmi rendszabályokat. [9] Az alábbiakban ezeket a biztonsági előírásokat veszem sorra röviden a 82 mm-es aknagránátok robbanóanyagának kiolvasztásának technológiai utasításai alapján, általánosítva.¹⁵

A robbanóanyagok kiolvasztása, elcsomagolása és tárolásba helyezése fokozottan veszélyes munkának minősül. A munkavégző állomány a munkavégzés során nyugtató-, izgató-, kábítószer hatása, alkoholos befolyásoltság alatt nem állhatnak. A biztonságos munkavégzést negatívan befolyásoló egyéb okok (pl. fáradtság, betegség) nem állhat fent. A munkavégző állomány tagja ilyen okról haladéktalanul köteles a közvetlen munkahelyi vezetőjét tájékoztatni.

A munkavégző állomány a technológiai utasításban szereplő munkafolyamatokat a kijelölt munkavezető jelenlétében, állandó irányítása és felügyelete mellett végezhetik. A munkavezetőt a lőszerszerelő üzem vezetője jelöli ki. A munkavezetőnek ismernie kell a kiolvasztásra kerülő lövedékek felépítését és működését, a technológiai utasítás és a kapcsolódó műszaki dokumentációk előírásait.

A munka megkezdése előtt az üzemvezető, vagy az állományából az általa kijelölt technikus altiszt részletes oktatást tart a munkavégző állomány részére a technológiai utasítás előírásairól, az egyes munkafolyamatokról, a biztonsági rendszabályokról. Az oktatás végén meggyőződik az oktatott anyag elsajátításáról (kikérdezés, írásbeli számonkérés). Amennyiben a hatástalanítási munka naponta ismétlődik, a kijelölt munkavezető mindennap, a munka megkezdése előtt felfrissíti a munkavégző állomány előtt a biztonsági rendszabályokat és ellenőrzi azok ismeretét.

¹⁵ Technológiai utasítás a 82 mm-es normál aknavető löszerek robbanóanyagának kiolvasztással történő eltávolítására, a nyert végtermékek elcsomagolására és tárolására, 7-10. oldal. MH ARB Bázisparancsnokság (Pusztavacs), 2021. Készítette: Éles Péter őrnagy.

A hatástalanítási munka során a dolgozók nem viselhetnek semmiféle ékszert, beleértve a jeggyűrűt is.

A munkavezető a hatástalanítási munka során rendszeresen ellenőrzi a biztonsági rendszabályok betartását.

A hatástalanítási munkára elegendő létszámú dolgozót kell kijelölni, akik végzik az anyagmozgatást és a kiolvasztási tevékenységet.

A hatástalanítási munkákhoz a munkahely mellett kijelölt tárolóhelyen csak a megengedett mennyiségű kiolvasztandó lövedék helyezhető el, tárolható. A kijelölt tárolóhely legalább 5 méter távolságban legyen a kiolvasztó kádtól. Munkaidő végén a megmaradt, még nem hatástalanított lőszereket a csomagolóládában elhelyezve, lezárva, a lőszerszerelő üzem raktárban kell betárolni a következő munkakezdésig. A nyert végtermékeket maradéktalanul el kell csomagolni és kiszállíttatni a harcanyag tároló raktárhoz. Megengedett, hogy azokat a csomagoló eszközöket, amelyek még nem teltek meg nyert végtermékkel, betárolják a lőszerszerelő üzem raktárába, elkülönítve az egyéb anyagoktól.

A kiolvasztási munka során alkalmazandó védőeszközök és védőruházat:

- antisztatikus munkaruházat;
- acélbetétes bakancs;
- hőálló kesztyű, a berendezés töltésekor, ürítésekor és a kiolvasztott aknagránátok hűlésre történő kihelyezésekor;
- védőszemüveg a kiolvasztott robbanóanyag elcsomagolásakor;
- porálarc a kiolvasztott robbanóanyag elcsomagolásakor;
- bőrbetétes kesztyű, a ki- és elcsomagoláshoz. [6]

Oldószeres munkafázisoknál:

- védőálarc szűrőbetétekkel;
- vegyszerálló kesztyű;
- vegyszerálló kötény;
- védőszemüveg. [6]

A munkát végző állománynak rendelkeznie kell érvényes 6. számú tűzvédelmi szakvizsgával.

Meg kell akadályozni a robbanóanyag kifolyását a munkahely padozatára. Ennek érdekében a berendezés robbanóanyag tálcáján kívülre folyó robbanóanyag befogadására megfelelő méretű alumíniumtálcát kell elhelyezni a berendezés alatt (biztonsági és kármentesítő tálca). A tálcából a napi hatástalanítási munka végeztével a robbanóanyagot rézkaparóval el kell távolítani és el kell csomagolni a többi robbanóanyaggal.

A munkahelyen megfelelő számú porraloltó készüléket kell elhelyezni. Az általános tűzvédelmi előírásoknak megfelelően a hatástalanítási munka során, illetve a munkahelyen a

dohányzás és nyílt láng használata szigorúan tilos. Ezeknél a munkafolyamatoknál nem szükséges tűzserész osztályos fokozattal rendelkező katonának jelen lenni. [10]

A hatástalanítási munka után, műszak végén a kiolvasztó berendezés azon alkatrészeit, amelyek robbanóanyaggal érintkeznek, réz kaparó szerszámmal, gőztisztítóval meg kell tisztítani, a robbanóanyag tálcákból el kell távolítani a maradvány robbanóanyagot és el kell csomagolni.

A munkák során keletkező olajos rongyokat, szennyezett védőeszközöket (pl. olajos bőrbetétes kesztyű), egyéb környezetkárosító anyagokat arra kijelölt edényben (edényekben) kell összegyűjteni, majd azokat a napi műszak végeztével a veszélyes anyag gyűjtő ponton kell elhelyezni.

A munka során csak olyan berendezés, eszköz, anyag használható, amelynek állapota a környezetet nem veszélyezteti.

Fokozott figyelmet kell fordítani a robbanóanyag olvadék robbanóanyag tálcán kívüli kifolyásának megakadályozására. Ha valamilyen okból robbanóanyag kerül a robbanóanyag tálca vagy a kármentesítő tálcán kívülre, az rézkaparóval fel kell takarítani, külön paraffinált papírral bélelt faládba el kell csomagolni és át kell adni a Harcanyag bevizsgáló alosztálynak további kezelésre. A kármentesítő tálcán kívülre kifolyt robbanóanyag esetén kármentesítő granulátumot kell alkalmazni. Ezt a továbbiakban veszélyes hulladéknak megfelelően kell kezelni.

A kiolvasztott és megszilárdult robbanóanyag elcsomagolásakor ügyelni kell, hogy robbanóanyag törmelék ne szóródjon ki a csomagoló eszközön kívülre. Ha ez mégis megtörténik, azt lőszórból készült kefével, partvissal fel kell takarítani.

Amennyiben gőztisztítóval történik a maradvány robbanóanyag eltávolítása az aknagránátokból, az ekkor keletkező szennyezett vizet külön tartályba kell összegyűjteni és műszak végén át kell adni a Harcanyag bevizsgáló alosztálynak további kezelésre.

ÖSSZEGZÉS

A fentiekben röviden ismertettem a Magyar Honvédség készletében lévő hadihasználatra alkalmatlan, felesleges tüzérségi, harckocsi és aknavető löszerek gránátjaiból történő robbanóanyag kinyerés korábbi és jelenleg alkalmazott technológiáit.

Ezek a technológiák alkalmasak voltak és jelenleg is azok, hogy ezeket a lövedékeket teljes mértékben ártalmatlanítsuk, a löszerek hatástalanításának végső lépéseként. Fontos ez amiatt, mivel egy löszer szétszerelése eredményeképpen – amelynek szerves része a robbanóanyaguk eltávolítása – nyert végtermékek túlnyomó része értékesíthető, tehát bevétel képezhető, ami valamit visszahoz a rájuk fordított költségekből. [11]

Továbbá megfelelő rendszabályokkal, berendezésekkel, illetve azok következetes alkalmazásával a szétszereléssel történő lőszer-ártalmatlanítás gazdaságosabb és környezetkímélőbb, mint a megsemmisítés.

Hivatkozott irodalom jegyzéke:

- [1] Lőszer anyagismeret (Tüfe/136). A Honvédelmi Minisztérium kiadása, 1972.
- [2] Daruka Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei; Műszaki Katonai Közlöny XXVI. évfolyam, 2016. 1. szám pp.: 26-44. ISSN 2063-4986.
- [3] Daruka Norbert: A robbanóeszközök megsemmisítésének lehetőségei a tűzszerész feladatok tekintetében, VIth International Symposium on Defence Technology 6-7 May 2010 Budapest, ISSN 1416-1443.
- [4] Éles Péter: Lőszer szétszereléssel történő hatástalanítása a Magyar Honvédségben – múlt, jelen, jövő. Fúrás-robbantástechnika nemzetközi szimpózium külöнкиadás 2022.
- [5] A 001-RKB-BPPV robbanóanyag kiolvasztó berendezés műszaki leírása és üzemeltetési utasítása. MH ARB Bázisparancsnokság (Pusztavacs), 2021. Készítette: Éles Péter őrnagy.
- [6] Technológiai utasítás a 82 mm-es normál aknavető lőszer robbanóanyagának kiolvasztással történő eltávolítására, a nyert végtermékek elcsomagolására és tárolására. MH ARB Bázisparancsnokság (Pusztavacs), 2021.
- [7] Ember István: The role and the risks of explosive ordnance decontamination in Hungary. Science & Military (Veda a Vojenstvo) 16. (2021), 1. 32-42.
- [8] Daruka Norbert: Robbanótestek I. - Amit a bombákról tudni érdemes; Műszaki Katonai Közlöny XXIV. évfolyam, 2014. 4. szám pp. 68-82. ISSN 2063-4986.
- [9] Daruka Norbert: Špeciálne trhacie práce pyrotechnikov pri každodennej činnosti a na misiách; Trhacia Technika 2010, Slovak Republik, Kongresové centrum ACADEMIA Stará Lesná 20.-21. mája 2010, pp.:238-245., ISBN 978-80-970265-2-3.
- [10] Ember István: A lőszermentesítés szerepe az építőiparban. Építőanyag 72. (2020), 2. 59-63.
- [11] Lukács László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből, Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira. Budapest, Dialóg Campus Kiadó, 2017.

DEVELOPMENT POSSIBILITIES FOR THE PROTECTION OF CENTRAL MUNITIONS WAREHOUSES AGAINST TERRORIST ATTACK

KÖZPONTI HARCANYAGRAKTÁRAK VÉDELMÉNEK FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI TERRORTÁMADÁS ELLEN

TERÉK Tamás¹

Abstract

In the course of his research, the author examined the possibilities of modernizing the storage and protection of munitions on several occasions. The continuous provision of central stocks is one of the most important tasks of logistics organizations. Supporting the struggle of forces is the result of work that goes on invisibly in the background. With the rise of terrorism, warfare took a special direction, the need for operations and, in parallel, the requirement for the protection of objects became specific. The rapidly developing technology also had a great influence, requiring the transformation of defense systems. Against increasingly advanced and sophisticated attacks, a more modern and effective defense tool system is needed. The author's goal is to describe what this threat is and how protection can be increased.

Keywords: ammunition, storage, defense.

Összegzés

A szerző kutatásai során több alkalommal vizsgálta a harcanyagok raktározásának, védelmének modernizálási lehetőségeit. A központi készletek folyamatos biztosítása az egyik legkiemeltebb feladata a logisztikai szervezeteknek. Az erők harcának támogatása a háttérben láthatatlanul folyó munka eredménye. A terrorizmus térnyerésével speciális irányt vett a hadviselés, sajátossá vált a műveletek szükséglete és ezzel párhuzamosan az objektumok védelmi követelménye is. A rohamosan fejlődő technológia is nagy mértékben befolyásolta, megkövetelte a védelmi rendszerek átalakítását. Az egyre fejlettebb és kifinomultabb támadások ellen modernebb és hatékonyabb védelmi eszközrendszerre van szükség. A szerző célja, hogy megfogalmazza, hogy mi is ez a fenyegetettség, valamint, hogy milyen módon és hogyan lehet fokozni a védettséget.

Kulcsszavak: harcanyag, tárolás, védelem.

BEVEZETÉS

A hadikészletek biztosítása a történelem minden korszakában fontos feladatot rótt a hadvezérekre. Hiába a jelentős létszámú haderő, hiába az elszánt sereg, ha a harc megvívásának eszközei nem álltak rendelkezésre. De eleinte, a statikus fegyverek esetében nem volt szükséges a készletképzés, felhalmozás. Mindenki rendelkezett saját karddal, pajzzsal, nem volt szükség komoly raktárrendszer és utánpótlási hálózat fenntartására, üzemeltetésére. Később, a löfegyverek elterjedésével harcokat eldöntő szempont volt a fegyver, a lövedék és lőpor rendelkezésre állása. Az ütközetek előkészítésénél a lőpor volt az egyik kiemelten fontos tényező, melyet a harcok közelébe telepített lőpormalmokkal tudták biztosítani. Persze mint mindennek, ennek is volt kockázata. Elengedhetetlen volt a jó tervezés, hogy elegendő mennyiségű harcanyag állhasson a katonák rendelkezésére. A túltermelésnek is volt kockázata, mert nem csak az alapanyag, de a kész termék is elég gyúlékony volt, tárolása, kezelése sok körültekintést igényelt.

¹ Magyar Honvédség Anyagellátó Raktárbázis megbízott parancsnokhelyettes, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Hadtudományi Iskola, doktorandusz. E-mail: general.narin@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2080-5733.

Az 1800-as években előtöltő pisztolyok, puskák és ágyúk jelentették a csapatok alapfegyverzetét. Ezért fontossá vált a vonuló csapatok folyamatos lőporellátása. Minden katona rendelkezett ugyan lőporzacskóval, de mindenki oldalán még ott lógott a kard is, mert a támadás üteme nem mindig tette lehetővé a korabeli lőfegyverek hosszadalmas töltési folyamatát, valamint az egyéneknél levő lőporos zacskók sem voltak végtelen méretűek. A készletek utánszállítása, a lövészek ellátása komoly feladatot rótt az ellátókra.

A hátultöltő fegyverek és az egyesített lőszer megjelenése egy hatalmas technikai ugrást és jelentős logisztikai paradigmaváltást jelentettek. A lőszer tömeggyártása a Nagy Háború kezdetére nem csak elkezdődött, hanem hatalmas raktári készlet felhalmozást eredményezett. A nagyhatalmak jelentős mennyiségű lőszerrel rendelkeztek, melyek az egyes csaták helyszínére kiszállításra, majd ott felhasználásra kerültek. Tüzérségi lőszer tízezrei kerültek katonavonatok ezreivel a hadszíntérre. Ezek legyártása a hátszágban történt, tárolását szintén ott szervezték meg. Nem kockáztatták az utánpótlási vonalak stabilitását, ezért a tárolt anyagok kellően biztonságos környezetben és széttagoltan álltak a seregek rendelkezésére. Objektumaik rejtettek és védettek voltak, hogy csökkentsék az ellenséges erők rajtaütésének kockázatát.²

Hasonló volt a helyzet a II. világháborúban. A technológia ugyan fejlődött, de az eljárásrend hasonló maradt. A műveletek nagy létszámmal, hatalmas technikai eszköz mennyiséggel és a lehető legtöbb bevethető harcanyaggal történtek. Viszont a légiő fejlődése egy markáns fordulatot eredményezett. A nagy hatótávolságban is bevethető bombázók már nem csak a frontvonalat támadták, hanem komoly veszélyt jelentettek a hátszágára is. Az elsődleges célok a hadiüzemek és raktárak voltak, melyeket a jobb védhetőség miatt a föld alá költöztettek. A harcanyagok a nagy tömegű termelést követően a lehető legrövidebb időn belül kerültek felhasználásra, nem a tárolásra való termelés volt a cél. Az akkor legyártott lőszer, harcanyagok ebből kifolyólag nem voltak tartós tárolásra alkalmasak. A háború utáni években ez tetemes feladatot rótt az egyes nemzetek hadseregeire, tüzszerészeire.

Az ezt követő időszak – a hidegháború időszaka – merőben más eljárásrendet követelt. A technológiai fejlesztések nem álltak meg, sőt fokozódtak, a tömeggyártás, a készletek megalkotása, megalakítása folytatódott. Mindezek mellett a civil környezetben kint maradt fegyverek és lőszer katonai kézbe visszagyűjtése is komoly feladat volt. Ezek kezelése az újra alakuló Magyar Néphadseregnek fontos állagmegóvási feladatot jelentett, az állagromlásból fakadó balesetek elkerülése céljából. Az 1950-es években megindult – az alapvetően Magyar Királyi Honvédség alapjaira helyezkedő – raktárrendszer kialakítása, mely stratégiaileg illeszkedett a Varsói Szerződés Szervezete csapatainak felvonulásához. A lőszerkészletek százezer tonna nagyságúra nőttek, de az életciklus-menedzsmentjük körültekintő és végigvezetett volt. Az állagmegóvás magas szinten tartása mellett a megőrzésére is kiemelt figyelmet fordítottak. A központi lőszerraktárak a településektől távol, erdős területeken kerültek

² A korabeli robbanóanyag és tárolás szabályairól részletesen lásd [1] és [2].

telepítésre. Ezek őrzésvédelme, a rejtése, álcázása kiemelt fontosságú volt, és természetesen a kémelhárítás is komoly munkát jelentett ezekben a régiókban.

A katonai harcanyagkezelés fejlődése hullámzó tendenciát mutatott a történelem folyamán, de mindig megfigyelhető volt a gondos felügyelet és a veszélyes körülmények lehetőség szerinti kizárása. Ez a hullámzó tendencia párhuzamba állítható a háborúk időszakával. Ahogy egyre inkább csökkent a háborús fenyegetettség, úgy húzódott háttérbe a hadsereg, és azon belül is a harcanyagkészletek iránti figyelem.

A 2000-es évek beköszöntével viszont sok minden átalakult. 2001. szeptember 11-én a terrorizmus megjelent egy teljesen váratlan területen, a biztonságosnak tekintett amerikai demokrácia mélységében. Az Amerikai Egyesült Államokat honi területen érte sokkoló támadás. Ennek hatására a nyugati országok gondolkodása is megváltozott, átalakult. Egyre nagyobb hangsúlyt kapott a terrorizmus elleni harc. Napjainkra pedig már nemcsak egyszerűen az aszimmetrikus hadviselés térnyerése, de a tömeges migráció, a migrációs folyamattal együtt beszivárgó terrorista sejtek elleni küzdelem is komoly erőfeszítéseket igényel. Mindemellert nem elhanyagolható körülmény a technológia exponenciális fejlődése, melynek eredményei a szomszédunkban folyó orosz-ukrán háború haditudósításában is megfigyelhető. A dróntámadások, a mélységben végrehajtott logisztikai rendszer blokkolások vagy pusztítások mind-mind új gondolkodásmódot, eljárásrendet követelnek. Ezek a technológiák és eljárások reális és magas fokú veszélyt, fenyegetést jelentenek a harcanyag tároló objektumainkra.

Cikkemben az ebből fakadó veszélyforrásokat elemzem, az ellenük való védekezés lehetséges irányait vizsgálom.

1. MI VALÓJÁBAN A TERRORIZMUS ÉS HOGYAN DEFINIÁLHATÓ AZ ELLENE VALÓ VÉDELEM?

„A terror főnév latinul ijedséget, rémületet jelent. A társadalomra erőltetett rettegés, rémuralom értelmében először a francia forradalomban használták a „régime, de la Terreur” kifejezést, a jakobinus terror idején”³ [3]

Az első feljegyzett terrorcselekménynek tekinthető cselekmény, illetve annak előkészítése, a londoni úgynevezett lőpor összeesküvés volt 1605-ben, mely a katolikus párti Guy Fawkes nevéhez kötődött. A céljuk az volt, hogy eltávolítsák trónjáról a protestáns-anglikán I. Jakab királyt. Ezt a Parlament épületének felrobbantásával tervezték végrehajtani november 5-én, az ülésszak nyitó napján. A hosszú előkészítő munka során, egy ásott alagúton keresztül több mint 1600 kg feketelőport helyeztek el az épület pincéjében, elrejtve a tűzifa és rőzse alá. A cselekmény viszont egy, az őrségnek küldött névtelen levél miatt a megghiúsult, a leleplezett merénylőket kivégezték. A tervezett merénylet elkövetésének módja annyiban tekinthető különlegesnek a maga korában, hogy bár a várfalak alá ásott aknában robbantott lőpor töltetek

³ Hadtudományi lexikon, (szerk.): KRAJNC Zoltán, Dialog Campus, Budapest, 2019. 1084.

más az 1500 évek elejétől jelen voltak a harctereken, az első bányászati célú robbantást csak 1627-ben végezte el Weindl Gáspár tiroli bányamester Selmecebányán, a Felső-Biber táróban. Az emberi elszántság a leleményességgel párosulva mégis ilyen innovatív eredményeket szült.

A robbantásos terrorcselekmények száma a XX. században kezdett nőni. Napjainkra már elmondhatjuk, hogy a világ országainak jelentős részében hajtottak végre nem egy ilyen támadást. A definícióra visszautalva, lényegében minden ilyen robbantással elkövetett eset a terrorizmushoz köthető, még ha annak egyéb anyagi vagy hatalmi indíttatása is van (mint például a maffia leszámolások esetében), mert a célja nem csak a célpont megsemmisítése, hanem a félelem fenntartása. Természetesen napjainkban ezek az esetek többségében inkább vallási vagy politikai irányultságúak.

A terrorcselekmények irányai jól definiálhatók. Irányulhatnak – mint a legelső esetében is – egy bizonyos személy ellen, embercsoportok ellen, legyen az vallási, etnikai stb. Lehet a célja pusztán zavarkeltés, mellyel a közrend megzavarását célozza az elkövető, vagy egyszerűen a környezetben élők biztonságérzetének rombolása. Komolyabb szervezetszerű cselekménysorozat esetében egyes robbantásokkal fedhetik a valós célpont vagy célszemély mi- vagy kilétét.

Ezen cselekmények természetesen ellenreakciót váltanak ki a fenyegetett fél részéről, amelyek a terrorizmus elleni védelem különböző eszközeihez és eljárásaihoz vezetnek.

„A terrorizmus elleni védelem (antiterrorism): személyek és javak terroristacselekményekkel szembeni sebezhetőségének a csökkentése érdekében alkalmazott védelmi és megelőző rendszabályok összessége. Megjegyzés: e rendszabályok magukba foglalják a terrorista-támadás elriasztására és a következmények csökkentésére alkalmazott védelmi és megelőző rendszabályokat.”⁴ [3]

A meghatározás alapvetően a rendszert fogalmazza meg, de nagyon lényeges a cselekmények elleni védelem fizikai kivitelezése, melynek lehetőségei széles palettán mozognak. Ezeket az eszközöket, berendezéseket a későbbiekben részletesebben taglalom, de fontosnak tartom, hogy vegyük is előbb szemügyre, hogy milyen jellegű védelmi funkciókra is kell felkészülni egy harcanyagraktár esetében. Ahhoz, hogy meghatározhassuk a konkrét védelmi eljárásokat vagy védelmi eszközöket meg kell ismernünk egy harcanyagraktár felépítését.

2. KÖZPONTI HARCANYAGRAKTÁRAK KIALAKÍTÁSA

A központi harcanyagraktárak fizikai kialakítása a mindenkor vonatkozó katonai szakutasításokban került meghatározásra. A Magyar Királyi Honvédség vonatkozó szabályzata⁵ konkrétan leírta [4], hogy a raktárbázisnak milyen műtárgyakkal kell rendelkeznie. Később, a jelenleg is hatályos Tüfe/150 szabályzat⁶ is meghatározta [5], hogy milyen kialakításúnak kell

⁴ Hadtudományi lexikon, (szerk.): KRAJNC Zoltán, Dialog Campus, Budapest, 2019. 1085.

⁵ F-103, Utasítás a lövészer, robbanóanyagok, lőporok és gyújtószerek kezelésére, raktárolására és megvizsgálására stb. 1924. évi utánnomtatás, Budapest 1924., Pallas nyomda

⁶ Tüfe/150. Szakutasítás a lőszerraktárak és bázisok részére, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1981.

lennie egy lőszerraktárnak. Rögzítette, hogy milyen biztonsági távolságokat kell alkalmazni vasúti vonalaktól, közutaktól, lakott településektől stb. Az elhelyezési körletekben létesíteni kellett egy úgynevezett gazdasági területet, valamint technikai területet. Az első biztosítja az intézmény működését, itt kerültek elhelyezésre az iroda és századépületek, az étkezde és minden szociális létesítmény. A technikai területen helyezkednek el a raktárak. Speciális feladatrendszerrel rendelkező laktanyák esetében, ahol laboratóriumi vizsgálatok és javítási karbantartási munkálatok is folynak, ott ezeket a szakfeladatokat is technikai területen kell végezni.

A napjainkban meglévő két központi harcanyagraktár a két modell szerint került kialakításra. Az egyikben csak tárolás valósul meg, míg a másikban a tárolás mellett vizsgálati és lőszerszerelési tevékenység is folyik. Az egyes „zónák” szétválasztása részint adminisztratív jellegű, deklarálja az egyes szakterületek autonóm régióját, másrészt élesen elhatárolja egymástól a két területet, csökkentendő az esetleges balesetektől fakadó károk, veszteségek lehetőségét.

A meglévő két objektumban a lőszerraktárak a létesítéskori előírásoknak megfelelően lettek kialakítva. Az alapvetően téglafalazatú épületek repülőtetővel, illetve hasadó nyíló falazattal készültek annak érdekében, hogy a bent bekövetkezett robbanás nyomását a megfelelő irányba tereljék. A raktárak közötti belső dominóhatás elkerülése érdekében védőtöltéseket létesítettek, de amennyiben erre nem volt lehetőség úgy védő távolságok kerültek meghatározásra, és kihasználták a környező erdős terület természetes védelmét is. Az elemi csapások közül leginkább a villám elleni védelem a legmarkánsabb, ennek érdekében villámvédelmi berendezések kerültek kiépítésre. A tűz elleni védekezésre a bázisokon szervezetszerű tűzoltó alegységeket hoztak létre.

A természeti károk, balesetek elleni védekezés után térjünk át a támadó szándékú cselekmények elleni eljárásokra és technológiákra!

3. A HARCANYAGRAKTÁRAK VÉDELME

A harcanyagraktárak védelme több szempontból lényeges. Egyik a raktár elpusztítása elleni védelem. Ezek az objektumok nem feltétlenül tekinthetők elsődleges célpontnak a terrorcselekmények vonatkozásában. Egy ilyen jellegű objektum robbantásos cselekménnyel történő elpusztítása kevéssé „illik” a terrorista robbantások alapvető céljához [6][7][8], azaz a sokak által lakott, látogatott helyeken történő pusztítás általi pánik és zavarkeltéshez, hiszen – ahogy ezt fentebb jeleztem – ezek a lakott területektől viszonylag távol helyezkednek el. Ezen a ponton leszögezem, hogy a védelmi felkészülés ebben az esetben béke időszakban végrehajtott cselekményeket feltételez. [9] Ezzel szemben valószínűsíthetőbb veszélyforrás az esetleges háborús helyzetben a támadó csapatok harctevékenysége, mellyel a védők lőszerutánpótlását akadályozzák, esetlegesen a tartalékkészleteiket lefoglalják vagy megsemmisítik. Erre az esetre a

legmegfelelőbb védelmi megoldások védelemszervezési szempontból az erődítések [10], az élőerős őrség megfelelő felkészítése, felfegyverzése, tüzelési szektorok és a tűzösszeköttetés gondos kialakítása. Szakmailag a megfelelő raktár kialakítás, a készletek racionális széttelepítése, a raktárak tárolási terhelhetőségének maximális betartása növelheti a bázis biztonságát.

A raktárak védelmét a harcanyaghoz való jutást célzó támadások ellen is meg kell szervezni. Itt a támadó célja nem a készletek megsemmisítése, hanem az azt védő élőerő lefogásával, elpusztításával az ott tárolt javakhoz való hozzájutás. [11] Ez megtörténhet béke, vagy háborús időszakban egyaránt. A védelem kialakítását ebben az esetben elsősorban az élőerős őrzésvédelemre kell összpontosítani, melyet technikai eszközökkel, esetleg őrkutyákkal kell támogatni, megerősíteni.

A védelem harmadik iránya a tárolt készletek minőségével és persze alaptermészetével függ össze. A lőport, robbanóanyagot tartalmazó gyártmányok esetében feltétlenül szem előtt kell tartani, hogy ezek az anyagok az idő múlásával, valamint a környezeti körülményektől befolyásolva minőségi átalakuláson, romlásra mennek keresztül. Ezek kockázata folyamatos monitorozással, vizsgálattal felügyelhető, szükség esetén bizonyos beavatkozások, eljárások végrehajthatók. Mindemellett a tárolástechnikai biztonsági rendszerek kiépítése és eljárások foganatosítása szükséges.

4. MILYEN IRÁNYBÓL SZÁMÍTHATUNK A TÁMADÁSRA?

Elvileg akár minden irányból. Szárazföldön, föld alatt (ahogy az 1605-ös merénylet is példázta), de napjainkban talán a legaktuálisabb a levegőből történő támadás.

A történelmi időkben az erődök falai alá beásott aknák robbantásával okoztak károkat az ostromlott létesítményekben. Mindez lényeges volt akkor, amikor a robusztus építésű, vastag falak megrengetése, bontása jelentős helyzeti előnyhöz juttathatta a támadókat.⁷ Napjainkban nem masszív falszerkezet van jelen az objektumok körül. Nem az képezi a bejutás gátját, így nem ez a legvalószínűbb támadási forma. Az ilyen jellegű bejutási kísérletet (a rejtett volta miatt) nagy távolságból kellene kezdeni, és sokkal nagyobb erőforrás és idő igénye lenne, mint amennyi kockázatot érdemes vállalni érte.

A szárazföldön történő támadás indítása egy sokkal racionálisabb lehetőség. Alapvetően a védelmi rendszereink erre a formára vannak kialakítva. A technikai rendszerek, az őrség állománya, a szabályzó és feladatrendszer szinergiájából fakadóan egy működőképes védelem került kiépítésre, mely a szárazföldi támadások elhárítására megfelelő.

A levegőből érkező támadások ellen viszont jelenleg nem vagyunk megfelelően felkészülve. Ahogy korábban írtam a technológia fejlődésének üteméről, ide tudok visszakanyarodni ezen a

⁷ Részletesen lásd Lukács László: Szemelvények a hazai katonai robbantástechnika és a föld alatti aknaharc fejlődéstörténetéből (2023). Budapest: Ludovika.

ponton is. A drónok kis méretű, pilóta nélküli repülő eszközök. Távirányításuk akár több kilométeres távolságból is megvalósulhat. [12][13] 2016-ban megtörtént az első hivatalos drónnal végrehajtott csomagszállítás. [14] Az eszközök egyre hatékonyabbak, egyre nagyobb a hatótávuk, és egyre nagyobb terheket képesek hordozni. Megjelentek az öngyilkos drónok, melyek nagy pontossággal tudják célba juttatni a repülőtestbe szerelt robbanóanyagot. Az orosz-ukrán háborúban szinte már természetessé vált a drónok bevetésével történő harccselekmények végrehajtása, stacioner vagy mozgó célok rombolása.–Ma egy központi harcanyagraktár, jelen állapotában nem képes ellenállni egy célzott dróntámadásnak, illetve nem képes elhárítani azt. Amennyiben a támadó komoly károkat akar okozni, úgy azt egy nem túl magas költségű, 50 darabból álló drón-rajjal könnyedén képes lenne megtenni. Természetesen nem mehetünk el a robbantószerkezt fejlődése mellett sem. A fejlesztés iránya alapvetően a minél kisebb tömegben minél nagyobb rombolóerő elérése. Napjaink robbanóanyagaival jelentős pusztítást képes okozni akár egy kis repülőeszköz is.

5. MILYEN VÉDELMI ESZKÖZÖK ÉS ELJÁRÁSOK ALKALMAZHATÓK?

Az eljárások és eszközök rendszerbe illesztése során a következő rendszereket kell kiépíteni és működtetni. Jelző-, megfigyelő-, ellenőrző-, detektáló rendszerek. Természetesen ezek mind az élőerős őrzésvédelem támogatására szolgálnak. A jelzőrendszerek értesítést adnak a behatolásról, a megfigyelőrendszeren általában vizuálisan követhető a cselekmény, mely a későbbi vizsgálatok miatt általában rögzítésre kerül. Az ellenőrző rendszerek támogatják az egyes tevékenységek legalitásának megállapíthatóságát, például belépés stb. A detektáló eszközök segítségével kiszűrhető az illegális anyagok bejuttatása az objektumba.

Ezek meghatározása mellett az objektum veszélyeztetettségi felmérésekor figyelembe kell venni a lokális adottságokat. Például amennyiben egy hosszú, egyenes útszakasz fut a kapu vagy a kerítés irányába akkor feltételezhető, hogy egy nagy sebességgel érkező teherautó áttörheti azt. Bejutva az objektum területére és ott felrobbantva a járművet, a támadók komoly rombolást, pusztítást tudnak okozni. Ennek kiküszöbölésére több eljárás is rendelkezésre áll. Az útszakaszra különféle lassító objektumok telepíthetők, illetve a kerítés vagy kapu robusztus kialakítása, mely megfékezi a behatolást. A szárazföldi behatolások, és főleg a gépjárműves behatolások ellen nagyon sok eszközt kifejlesztettek már korábban. Például Jersey wall, becsapódás elleni térdfal, fésűs útzár, hidraulikus útzár.

A légtér védelmére is vannak már hatásos rendszerek, illetve eljárásrendek. A repülőterek biztonságának érdekében no fly zone-okat jelölnek ki. Ennek foganatosításával a terület fölé nem repülhetnek be drónok. A másik megoldás egy olyan aktív védelmi rendszer kiépítése, ami lehet akár szoftveres vagy hardveres. Ennek segítségével el lehet téríteni a berepülő drónokat, illetve át lehet venni az azok feletti irányítást, ezáltal az eszköz a megfelelő biztonságos helyre

továbbítható. Egy ilyen komplex rendszer például a Falcon Shield, mely optikai, elektronoptikai és elektronikai szenzorok segítségével végzi feladatát.

„A Falcon Shield segítségével a drónok téves koordinátákkal téveszthetők meg, haladási irányuk megváltoztatható, és Wi-Fi hálózaton keresztül akár a kikapcsolásukra is mód nyílik.”⁸

És végül, de nem utolsó sorban talán a legfontosabbnak tartom a raktárak újraépítését. Ebben az esetben nem az „újon” van a hangsúly, hanem inkább az új technológián. A földdel fedett raktárak kivitelezése hosszú évtizedekre nyúlik vissza. Már a hidegháború korszakában is alkalmaztak ilyen tárolóhelyeket. A robbantásos cselekmények elleni védelemben nagyon hasznos lehet ez a fajta kialakítás. A korábban taglalt veszélyforrások mindegyikére megoldást jelenthet. A jelentős földréteg, amely fedi az épületet, egy külső robbanás hatásai ellen megvédi a benne tárolt anyagokat. A technikai területen nem alakul ki a belső dominóhatás és egy esetleges belső robbanás sem jelentene olyan mértékű veszélyt a környezetre, mint a jelenlegi épületek esetében. A kialakítás során figyelembe kell venni, hogy egy tárolóhelyre lényegesen alacsonyabb TNT egyenértékű harcanyag helyezhető el. Ebből következik, hogy több tárolót kell kiépíteni a jelenleginél.

ÖSSZEGZÉS

A harcanyagtároló objektumok mindig is stratégiai fontosságúak voltak és azok napjainkban is. A védelmi funkciók meghatározása és kivitelezése kiemelt feladat. A nagy tömegben betárolt lőszerkészletek ideje visszatérőben van. A hidegháború alatt hatalmas hadikészletek álltak rendelkezésre, biztosítva a jelentős létszámú Magyar Néphadsereg szükségleteit. A 2000-es évek elejétől, a háború fenyegetésének vélt csökkenésével a Honvédség készleteit drasztikusan lecsökkentették. Napjainkban viszont a jelenleg is folyó orosz, ukrán háború rávilágított, hogy ma is nagy mennyiségű harcanyag letárolásával kell számolni. [15] Ezt a tényt alátámasztja a legutóbbi NATO csúcs, ahol a tagállamok a harcanyagkészleteik mennyiségi emelésének szükségességét állapították meg. [16] A tárolási technológiák, valamint az őrzésvédelmi rendszerek fejlesztése elengedhetetlen a készletek állagmegóvása és megőrzése érdekében, és mindamelllett a munka- és környezet biztonságát is magasabb szintre emelik.

Hivatkozott irodalom jegyzéke:

- [1] Terék Tamás: Lőszertárolás a Magyar Királyi Honvédségben a két világháború között, a mai hazai szabályozás tükrében. Honvédségi Szemle, 146. évfolyam. 2018/5. szám, 105-115.
- [2] Terék Tamás: Szemelvények a robbanóanyag - és gyújtószer tárolás, -karbantartás előírásából a magyar királyi honvédségben a két világháború között, a mai hazai szabályozás tükrében. Honvédségi Szemle 2019. évi 5. szám, 135-143.
- [3] Hadtudományi lexikon, főszerkesztő: Krajnc Zoltán, Dialog Campus, Budapest, 2019.

⁸ Forrás: Securinfo: A drón támadások ellen is lehet védekezni? Web oldal: <https://www.securinfo.hu/termek/letesitmenybiztonsag/3835-a-dron-tamadasok-ellen-is-lehet-vedekezni.html>; Letöltés: 2023.09.13.

- [4] F-103, UTASÍTÁS A lövészer, robbanóanyagok, lőporok és gyújtószerkezetek kezelésére, raktárolására és megvizsgálására stb. 1924. évi utánnomtatás, Budapest 1924., Pallas nyomda
- [5] Tüfe/150. Szakutasítás a lőszeraktárak és bázisok részére, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1981.
- [6] Lukács László – Balogh Zsuzsanna: Protection of Critical Infrastructure Facilities against Bombing Attacks. Proceedings of the Conference on National Resilience – Opportunities and Challenges in a Changing Security Environment, May 9–11–2018, Budapest, Hungary, HDF General Staff Scientific Research Centre. 183–203.
- [7] Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai; Műszaki Katonai Közlöny XXII. évfolyam, 2012. 2. szám, pp. 37–52., ISSN 2063-4986.
- [8] Daruka Norbert: A jövő háborúi az improvizált robbanószerkezetek alkalmazásának tekintetében, Sereg Szemle XVI. évfolyam, 2. szám, 2018. április-június, pp.: 07-22., HU ISSN 2060-3924.
- [9] Balogh Zsuzsanna: Katonai objektumok robbantásos cselekmények elleni védelmének lehetőségei. PhD disszertáció, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2013.
- [10] Lukács László: Épületek elleni robbantásos cselekmények jellemzői, Műszaki Katonai Közlöny, XXII. évf. Különszám, 2012. 4-13. (ISSN 2063-4986).
- [11] Lukács László: Robbantásos merényletek elkövetésének lehetősége Magyarországon. Hadtudomány, 1994/3. 82-90.
- [12] Daruka Norbert: Oktokopter A légi szállítás modernizációja, vagy a robbanószerkezetek célba juttatásának újabb lehetősége, Repüléstudományi Konferencia 2014 Szolnok; 2014 április 10., (megjelent a Repüléstudományi Közlemények Online folyóirat XXVI. évfolyam 2014/2. számában), pp. 247–256., HU ISSN 1789-770X
- [13] Krajnc Zoltán: Drónok, hibrid fenyegetés, terrorizmus a légtérből: a légi hadviselés privatizálása. Hadmérnök, 13. (2018), 4. 358–369.
- [14] Megvalósult az első drónos csomagszállítás Amerikában. Index, 2015. 07. 21. Online: https://index.hu/tech/2015/07/21/elso_sikeres_dronos_csomagszallitas_amerikaban/
- [15] Norbert Daruka: Advanced Tools for the Explosive Materials Identification. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, pp 455–469.; Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-024-2174-3_39; Online ISBN 978-94-024-2174-3.
- [16] Norbert Daruka: Critical Infrastructure Protection in the Production and Use of Explosives Industry Products. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, pp 297–313.; Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-024-2174-3_26; Online ISBN 978-94-024-2174-3.

DISASTER MANAGEMENT ISSUES OF ROAD TRANSPORTATION OF EXPLOSIVES

A ROBBANÓANYAGOK KÖZÚTI SZÁLLÍTÁSÁNAK KATASZTRÓFAVÉDELMI KÉRDÉSEI

Csaba ALMÁSI¹ – Lajos KÁTAI-URBÁN² – Ferenc VARGA³ – Gyula VASS⁴

Abstract

The transport of dangerous goods poses an additional risk in all transport sectors, but an evaluation of the statistics and the accident risk of each transport mode leads to the conclusion that road transport poses the greatest risk. The administrative basis for the safety of the transport of dangerous goods by road is the UNECE Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR), which has been in force since 29 January 1968. The provisions of this Agreement have been applicable in Hungary since 1979. The transport of explosives and similar substances (e.g. ammonium nitrate-based fertilizers) is an integral part of the operation of the economy and large quantities cannot be avoided from being in close proximity to the population. To avoid damage to property, injury and death during transport, safety is guaranteed by the ADR. In this article, the authors describe the current system of standards for the transport of explosives (ADR Class 1) and their application.

Keywords: ADR, explosives, ADR Class 1.

Összegzés

Veszélyes áruk szállítása minden közlekedési ágazatban kockázatot jelent, de a baleseti statisztikák elemzése azt mutatja, hogy a közúti szállítás jelenti a legnagyobb kockázatot. A közúti forgalomban megjelenő veszélyes áruk biztonságos szállításának adminisztratív alapját a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Megállapodás egy ENSZ-EGB-megállapodás (ADR) jelenti, amely 1968. január 29. óta hatályos. E Megállapodás rendelkezései 1979 óta alkalmazandók Magyarországon. A robbanóanyagok és hasonló tulajdonságú anyagok (pl. ammónium-nitrát alapú műtrágyák) továbbítása a gazdaság működésének szerves részét képezi, és nem kerülhető el, hogy szállításuk közben érzékeny infrastruktúrák, vagy a lakosság közvetlen közelébe kerüljenek. A szállítás során bekövetkező anyagi károk, sérülések, vagy halálesetek elkerülése érdekében a biztonságot az ADR garantálja. Ebben a cikkben a szerzők bemutatják a robbanóanyagok (ADR 1. osztály) szállítására vonatkozó hatályos normarendszer alapjait és annak gyakorlati alkalmazását.

Kulcsszavak: ADR, robbanóanyagok, ADR 1 osztály.

1. THE DEVELOPMENT OF REGULATING DANGEROUS GOODS WAS STARTED BY THE EXPLOSIVES

The first written regulations on the transport of dangerous goods by road date back to the late 18th century in Germany. The first regulations on the securing of loads were published in Münster in 1789, followed by the "Safety Regulations for the Transport of Gunpowder", issued in Berlin on 19 June 1799. [1]

¹ UPS Faculty of Law Enforcement, Institute of Disaster Management, assistant lecturer, almasi.csaba@uni-nke.hu, ORCID ID: 0000-0001-5251-2954.

² UPS Faculty of Law Enforcement, Institute of Disaster Management, Head of Department of Industrial Safety, katai.lajos@uni-nke.hu, ORCID ID: 0000-0002-9035-2450.

³ UPS Faculty of Law Enforcement, Institute of Disaster Management, Head of Institute of Disaster Management, varga.ferenc2@uni-nke.hu, ORCID ID: 0000-0003-1584-3847.

⁴ UPS Faculty of Law Enforcement, Institute of Disaster Management, Head of Department of Fire Safety Technology, vass.gyula@uni-nke.hu, ORCID ID: 0000-0002-1845-2027.

Today, the transport of dangerous goods is mostly carried out in a simple way too, with a single transport method, but the transport task can be carried out with the participation of two or more transport modes. [2]

After the Second World War, the United Nations (UN) was established in 1945, and one of its main organs, the United Nations Economic and Social Council (ECOSOC), set up the United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) in 1947 with the main objective of promoting European economic integration. [3]

The UNECE has a long history of promoting road safety. [4] After the Second World War, as road networks continued to expand, the regulation of the transport of dangerous goods by road became increasingly important. The United Nations General Assembly and its Regional Commissions have been working on the development of regulations for the transport of dangerous goods practically since the post-war period. The first study of the subject of the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) was tabled in 1950, [5] finally concluded in Geneva on 30 September 1957 and entered into force with its Annexes on 29 January 1968. Article 14 (3) was amended on 21 August 1975 in the New York Protocol, which has been in force since 19 April 1985. [6]

The hierarchical institutional structure of the international regulation of the transport of dangerous goods involving several bodies is as follows. The Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods and on the Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, which is attached to the UNECE Secretariat, acts as a complementary body of governmental experts to ECOSOC. [7]

The Sub-Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods (TDG) of the above dual body is responsible for the development of the "Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations", referred to in the trade as the "Orange Book". The first Model Regulations was issued in 1956. [8]

The regulation of the transport of radioactive material requires specific expertise, and the International Atomic Energy Agency (IAEA) coordinates the Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material. [8]

Based on the Model Regulations, the UNECE Intergovernmental Organisation's Inland Transport Committee (ITC) Working Party on the Transport of Dangerous Goods (WP.15) has been preparing amendments to the ADR every odd year since 1957. By 2023, 54 states have ratified the ADR. [10]

In Hungary, one of the main tasks of the professional Disaster Management body's Industrial Safety Department is to guarantee the highest possible level of safety in the transport of dangerous goods. [11]

1.1. The Hungarian Disaster Management

The Hungarian Disaster Management system is based on three main areas of specialization: fire protection, civil protection and industrial safety. Industrial safety deals with man-made disasters, serious accidents and other events that threaten human health and life, the environment and vital assets. From the point of view of the Act of 2011 concerning disaster management and amending certain related acts (Disaster Management Act), industrial safety deals with four additional pillars; with critical system components, critical systems and facilities, hazardous plants and hazardous activities, transportation of hazardous goods, and critical system components subject to the regulation of nuclear accident prevention. The local or regional bodies of National Directorate General for Disaster Management (NDGDM) may carry out independent checks on road, rail, inland waterways and air transport of dangerous goods. [12]

The geographical location of Hungary is quite favourable and plays an important role in the transport to and from the eastern and southern countries. A significant amount of dangerous goods is transported primarily by road, rail, as well as increasingly manageable waterways and air.

2. LEGAL BASES OF THE TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS AND EXPLOSIVES

The Hungarian legislation is based on the adaptation of the regulations on the checks laid down in international agreements, in line with EU requirements. The authority's power to check is included in the laws specific to each mode of transport and their implementing regulations.

In Hungary, Government Decree 284/2023. (VI. 30.) on Annexes "A" and "B" to the Agreement on the International Carriage of Dangerous Goods by Road and on the Domestic Use of Dangerous Goods in Hungary, and ITM Decree 39/2021 (VII. 30.) on the domestic application of Annexes A and B to the Agreement on the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) shall be applied.

The European Union requires Member States to apply a uniform structure to the rules on the transport of dangerous goods by road, rail and inland waterway in Directive 2008/68/EC. Today the Act I of 1988 on Road Transport establishes the right of the disaster protection authority to independently inspect and fine. The law sets out the procedure for imposing a fine in accordance with the right of review. The bodies responsible for inspection are the transport authority, the police, the customs authority and the Disaster Management authority. These authorities are therefore also entitled to monitor compliance with the rules on the transport of dangerous goods in the event of an accident, i.e. to determine whether the accident is linked to a breach of a transport rule and, if so, exactly which rule. However, experience shows that the investigation of such a complex accident is in all cases carried out by the Disaster Management, which is required by internal rules to carry out the investigation. Disaster Management Mobile Laboratories have the appropriate personal protective equipment, measuring instruments,

consequence analysis software and procedures to use them, as well as the knowledge to prepare for possible population protection measures to investigate such a complex incident.

Government Decree 1/2002 (I. 11.) on the uniform control procedure for the transport of dangerous goods by road, which prescribes the application of a uniform control procedure in Hungary within the European Union. In order to ensure the effectiveness of prevention in Hungary, the national industrial safety inspectorate of the National Directorate General for Disaster Management manages the tasks of the disaster protection authorities in connection with the investigation of accidents. The infringements are fined in a basis of Government Decree No 156/2009 (29.VII.) on the number of fines for infringements of certain provisions relating to the carriage of goods and passengers by road and road transport, and on the duties of the administrative authorities in relation to the imposition of fines.

According to the road transport law mentioned above, the transport authority, police, Disaster Management and customs authorities are entitled to check and impose fines regarding the transport of dangerous goods, the carrier, the road vehicle and its crew, the dispatcher of the goods, the temporary storage, the packager, the loader, the recipient and the appointment and qualification of the safety advisor. [13] The decree on the uniform procedures for checks on the transport of dangerous goods by road, coming into effect on 1 March 2002, is considered a basic implementing regulation. The local and territorial (county level) authority of National Directorate General for Disaster Management is entitled to conduct checks. The local and territorial authority of Disaster Management may conduct independent checks on the area of another Disaster Management authority, with the prior consent of the central organ of the Disaster Management authority.

The checklist for inspections is specified in the annex to the Government Decree No 156/2009 (29.VII.) on the number of fines for infringements of certain provisions relating to the carriage of goods and passengers by road and road transport, and on the duties of the administrative authorities in relation to the imposition of fines. The authority may take samples of goods for laboratory examination. In the case of infringement, the authority imposes sanctions and immobilizes the vehicle, in line with a separate decree of fine.

The infringements shall be assigned to the following risk category for the purpose of determining the amount of the fine, where category 1 is the most serious. Risk category 1 means infringements of the regulations on the transport of dangerous goods which involves a high risk of death, serious personal injury or significant damage to the environment. Risk category 2 means infringements of regulations on the transport of dangerous goods which involves a risk of personal injury or damage to the environment. Risk category 3 means infringements of the regulations on the transport of dangerous goods (ADR) with a low risk of personal injury or damage to the environment. [14]

3. GENERAL PRINCIPLES FOR ADR CLASS 1 EXPLOSIVE SUBSTANCES AND ARTICLES

3.1. Marking and labelling of packages

Packages must bear the proper shipping name in an official language of the country of origin and, if that language is not English, French, German or Italian, must also be marked in English, French, German or Italian, unless otherwise provided in the agreements, if any, between the countries involved in the transport. For domestic transport, the Hungarian language shall be sufficient (Figure 2).

Based on Annexes “A” and “B” of the ADR (and Government Decree 284/2023. (VI. 30.) Figure 1, 2, 3 and 4 summarises and illustrates the practical application of the axes. It is essential, in the same time, that the explosion hazard may be subsidiary hazard for Class 4.1 and Class 5.2 (UN 3101, 3102, 3221, 3222).

No 1 (Division 1.1, 1.2 and 1.3):

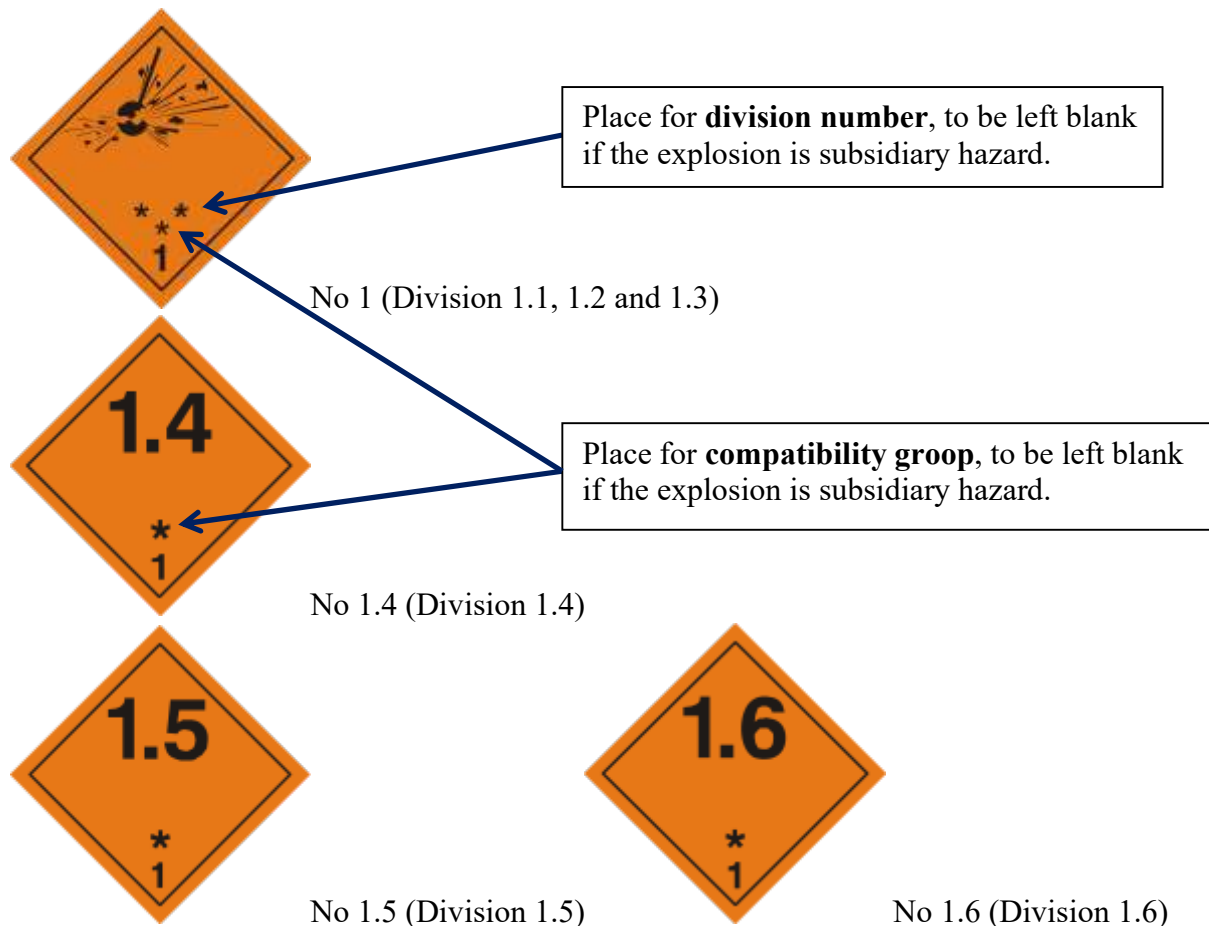


Figure 1. Example of marking and labelling a package
(Annexes “A” and “B” of the ADR)

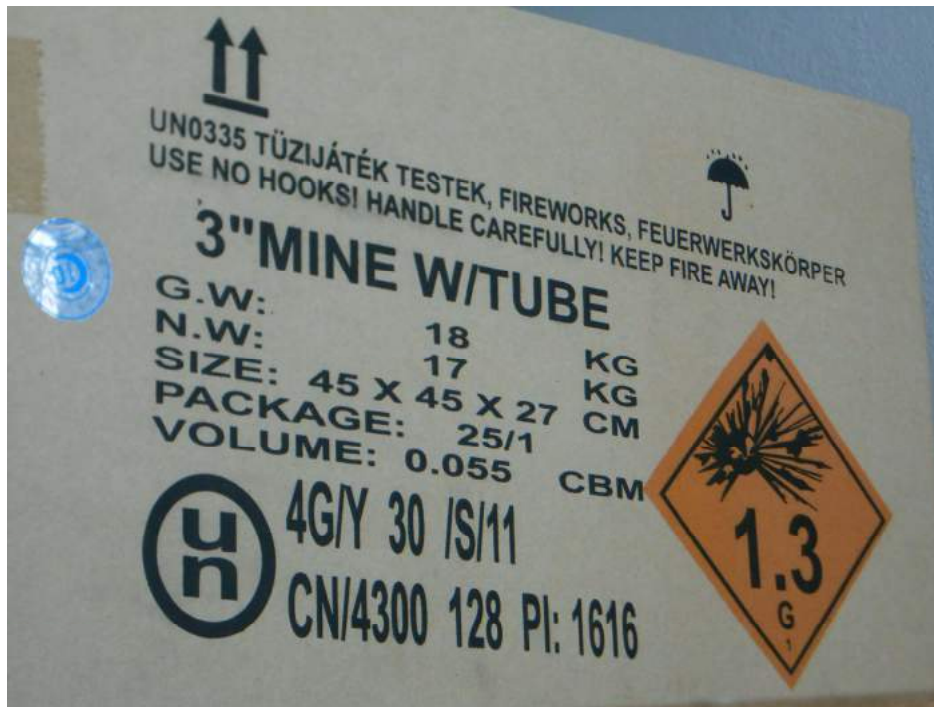


Figure 2. Example of marking and labelling a package
(Source: author's own picture.)

3.2. Placement of placards (vehicles)

A vehicle, wagon, or container carrying materials or objects of different divisions must be fitted only with a placard of the most dangerous division!

The order of danger: 1.1 – 1.5 – 1.2 – 1.3 – 1.6 – 1.4. The sensitivity order: 1.1 – 1.2 – 1.3 – 1.4 – 1.5 – 1.6.

Placard No 1:

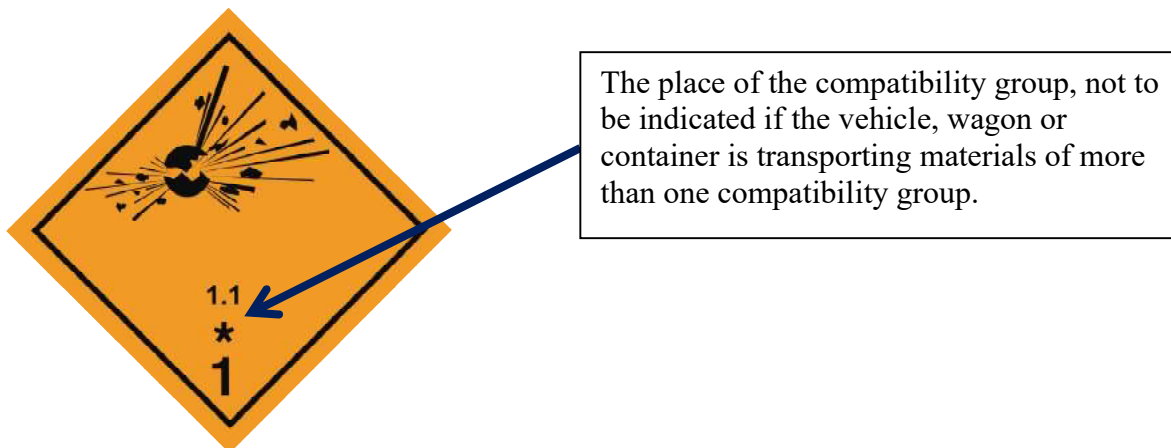


Figure 3. Example of marking and labelling a package
(Annexes “A” and “B” of the ADR)

When substances of classification code 1.5D are carried with materials or articles of Division 1.2, the vehicle, wagon or container shall be fitted with a large barrier in accordance with Division 1.1. (1.5D + Division 1.2 = Division 1.1)

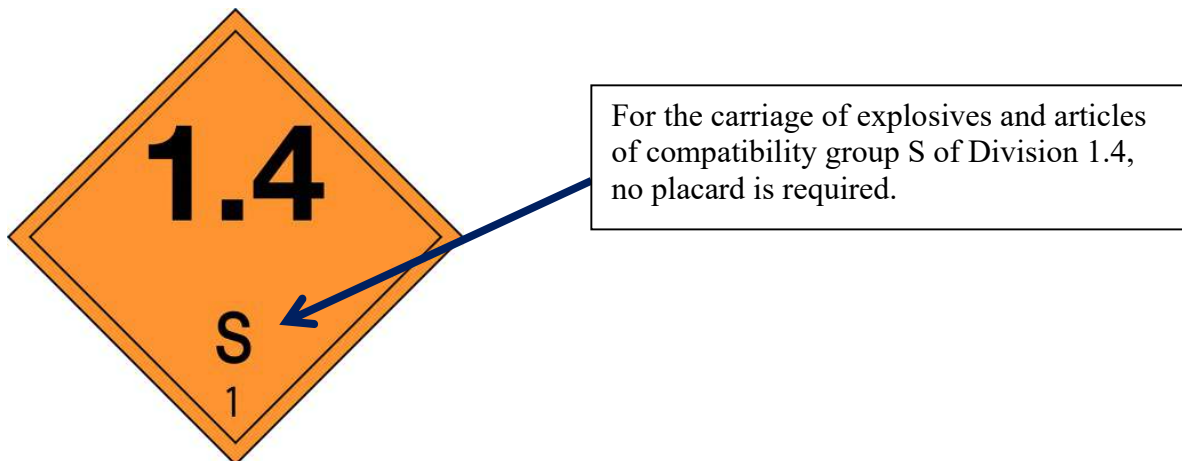


Figure 4. Example of marking and labelling a package (Annexes “A” and “B” of the ADR)

3.3. Special document requirements

A classification code is indicated on the transport document instead of the number of placard. (Classification code = Division + compatibility group.)

The transport document shall indicate the net mass (in kg) of the total explosive content per material or article with a different UN number and the net mass (in kg) of the total explosive content for all materials or articles covered by the transport document.

For the transport of fireworks of UN 0333, 0334, 0335, 0336 and 0337, the transport document must be endorsed with the following entry: “Fireworks bodies classified by

SUMMARY

The authors briefly presented the international system of regulations on the transport of dangerous goods by road and its implementation in Hungary. The topic of the article was the practical presentation of the transport regulations of a special class of goods, ADR Class 1 (explosives and articles). The authors wished to draw attention to the fact that the transport of dangerous goods, and in particular explosives (Class 1), poses a particular risk and therefore requires special requirements to be met. However, compliance with ADR requirements guarantees the safe transport of dangerous goods, avoiding environmental and material damage, injury or death.

REFERENCES

- [1] Sárosi György: Az 50 éves ADR (1957-2007) történeti áttekintés, Balatonvilágos, 2007. Június 7-8.
- [2] Cimer Zsolt, Varga Ferenc: Application of Special Risk Reduction Protective Measures in Combiterminals for Dangerous Goods, AARMS, Vol. 14, No. 2 (2015) 209–218. URL:

- <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/aarms/article/view/2091/1368>; (Download: 2023-09-14).
- [3] UNECE. Mission. URL: <http://www.unece.org/mission.html>; (Download: 2023-09-14).
- [4] UNECE. 50th Anniversary of the 1968. URL: [Conventionshttps://unece.org/50th-anniversary-1968-conventions](https://unece.org/50th-anniversary-1968-conventions); (Download: 2023-09-14).
- [5] UNECE. 50th anniversary. URL: <https://unece.org/50th-anniversary-1968-conventions>; (Download: 2023-09-14).
- [6] UNECE. Abot ADR. URL: <https://unece.org/about-adr>; (Download: 2023-09-14).
- [7] ECOSOC. Subsidiary bodies of ECOSOC. URL: <https://www.un.org/ecosoc/en/content/ecosoc-subsidiary-bodies>; (Download: 2023-09-14).
- [8] Guiding principles for the development of the UN Model Regulations. URL: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unrec/GuidingPrinciples/Guiding_Principles_Rev18.pdf; (Download: 2023-09-14).
- [9] IAEA. Safe Transport of Radioactive Material. URL: <https://www.iaea.org/publications/7519/safe-transport-of-radioactive-material>; (Download: 2023-09-14).
- [10] UN Treaty Collection. URL: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XI-B-14&chapter=11&clang=_en; (Download: 2023-09-14).
- [11] Németh Alexandra – Kátai Urbán Lajos – Vass Gyula: Veszélyes tevékenységek biztonsága a fenntarthatóság jegyében. Védelem Tudomány, V. évfolyam, 1. szám, 2020. 1. hó. Elérhető: <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/09-nemet-katai-vass.pdf>; (Download: 2023-09-14).
- [12] Kátai-Urbán Lajos – Kozma Sándor - Vass Gyula: Veszélyes szállítmányok felügyeletével kapcsolatos jog- és intézményfejlesztési tapasztalatok értékelése, Hadmérnök, X. Évfolyam 3. szám - 2015. szeptember. 97. Online: http://hadmernok.hu/153_08_katayul_ks_vgy.pdf; (Download: 2023-09-14).
- [13] 1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről. (Act I of 1988 on road transport.) Online: <https://njt.hu/jogszabaly/1988-1-00-00>; (Download: 2023-09-14).
- [14] 156/2009. (VII. 29.) Korm. rendelet a közúti árufuvarozáshoz, személyszállításhoz és a közúti közlekedéshez kapcsolódó egyes rendelkezések megsértése esetén kiszabható bírságok összegéről, valamint a bírságotól összefüggő hatósági feladatokról. (Government Decree 156/2009 (29 July) on the amount of fines that may be imposed in case of infringement of certain provisions related to road freight transport, passenger transport and road transport, as well as on the official tasks related to fines.) Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2009-156-20-22>; (Download: 2023-09-14).

THE RELATIONSHIP BETWEEN EXPLOSIVES ENGINEERING AND EXPLOSION PROTECTION AS TWO DIFFERENT DISCIPLINES

A ROBBANTÁSTECHNIKA ÉS A ROBBANÁSVÉDELEM MINT KÉT ELTÉRŐ SZAKTERÜLET KAPCSOLATA

Norbert DARUKA PhD.¹

Abstract

Already at the beginning of the 20th century, scientific publications can be found that draw attention to phenomena in the field of explosives manufacturing that are not identified with the dangerous properties of explosives. It was recognised that industrial-scale manufacturing technologies could create conditions in the working environment that could lead to catastrophic situations. These phenomena have been identified as gas and dust explosions and have generally been addressed through internal plant protection measures. Over the decades, it has been possible to identify the quantities and concentration levels of substances that are essential for the successful design of explosion protection.

Keywords: explosives manufacturing, explosives engineering, explosion protection.

Összefoglalás

Már a XX. század elején fellelhetőek azok a tudományos publikációk, amelyek a robbanóanyag gyártás területén olyan jelenségekre hívják fel a figyelmet, amelyek nem a robbanóanyagok veszélyes tulajdonságaival azonosítottak. Felfigyeltek rá, hogy az ipari méretű gyártástechnológiák esetében létrejöhettek olyan állapotok a munkakörnyezetben, melyek katasztrofális helyzeteket idézhetnek elő. Ezeket a jelenségeket gáz és porrobbanásként azonosították és általában az üzemek belső védelmi intézkedéseiben próbálták megfelelő módon kezelni. Az évtizedek alatt sikerült azonosítani azoknak az anyagoknak a mérőszámait és koncentrációjuk mértékét, melyek elegendhetlenek a sikeres robbanás elleni védelem kialakításának érdekében.

Kulcsszavak: robbanóanyag gyártás, robbantástechnika, robbanásvédelem.

INTRODUCTION

Today, a significant proportion of workers are still employed in industry, in manufacturing and production plants and facilities. Even in these areas, safety as the most important working condition cannot be a priority. All workers have the right to working conditions that respect their health, safety and dignity. [1] Safety is relative in this respect, as plants that store, produce or process dangerous substances can create explosive atmospheres that can endanger human life and property. Explosion protection is intended to eliminate these unacceptable risks. Some areas are “grey areas” where professionals working on protection solutions are also confronted with the complexity of some elements of the legislative hierarchy, especially when they are already in doubt about the regulation of another area. Such an area could be the explosives industry, where working with explosives and the explosives products that are manufactured with different objectives are also considered to be a threat to personal safety.

As an ever-evolving industry, explosives manufacturing is changing day by day, with new hazards and risk factors emerging. These risk factors include combustible gases, vapours, mists

¹ Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Centre for Adult Education, Advanced Diploma in Explosives Engineering, Supervisor, PhD in Military Engineering; daruka.norbert@bgk.uni-obuda.hu; ORCID: 0000-0002-7102-1787.

(aerosols) or mixtures of dusts with air which, if ignited under normal operating conditions, do not prevent the spread of combustion, which may create explosive atmospheres. Unfortunately, some of the new hazards and risks may remain hidden for a shorter or longer period of time, mainly due to lack of knowledge, negligence or self-interest. [2]

The elimination of risks, the elimination or reduction to an acceptable level of hazards is in the common interest of both the worker and the employer. In some segments of industrial production, there is a great deal of overlap between the distribution of tasks and complex work activities, and this is particularly the case in the explosives industry or when working with explosives. [2]

The same is true for the practical implementation of explosion safety engineering. In these areas, simultaneous knowledge of the physical, chemical, mathematical, anatomical, psychological, fire protection, occupational safety and health and safety engineering contexts and their full application are essential in order to create the conditions for safe working.

1. CURRENT STATE OF EXPLOSIVES MANUFACTURING

In the past decades, the Hungarian military industry has experienced a duality. On the one hand, we can be thankful that this industry has almost ceased to exist thanks to a relatively longer and more peaceful period. On the other hand, when necessity and economic interests dictate that the military industry and, consequently, explosives manufacturing should be reintroduced in our country, we are faced with challenges that, despite the use of modern technologies, are crucial to creating the conditions for safe working conditions mentioned above.

With the dissolution of the Office of Technology in 2007, new military equipment, including military explosives, were procured from foreign partners, internationally authorised military industrial organisations. Independent production of explosives in Hungary was only present for civil explosives, mainly for mining purposes.

Nowadays, procurement under the Defence and Armed Forces Development Programme, which is primarily aimed at renewing the military equipment system, is ongoing. It is no secret that this development programme no longer relies solely on the domestic use of foreign finished products, but also aims to focus on domestic production and manufacturing processes in the long term. As the government commissioner for defence development mentioned in one of his reports – *„One of Europe's largest large calibre ammunition and explosives factories will soon be built in our country”*. It is now also certain that the military industrial facility under construction will produce ammunition for combat vehicles in service with the Hungarian Defence Forces. It is therefore clear that the production of military explosives will soon start in Hungary. [3]

As I have already mentioned, in our country - now - in addition to the military industry, the civilian sector, the so-called civilian sector, is also involved in explosives manufacturing. Due to

the narrow field of application, the production of explosive(s) is only included in the profile of a few companies. The use of these products is mostly related to the mining blasting of rocks.

The demand for explosives is therefore clear in both the military and civilian sectors. However, it is also clear from economics that these materials and products must also be present on the supply (market) side, or if not yet present, will soon be.

There is therefore a demand for explosives products and, as technology develops and new materials and processes emerge, risks and hazards change and new challenges emerge. Such challenges include the possibility of potentially explosive atmospheres in areas where explosives, or some components thereof, are present at the same time during the manufacturing process.

The explosives industry and explosion protection also operate within the legal framework provided by the legislation, but it is an important principle that where, in addition to the explosive, a medium capable of ignition or explosion (dust; gases, vapours, mists) is present, other legislation is in force in addition to the explosives regulations, which also fall within the scope of explosion protection.

2. MEASURING LEGAL SOURCES

Directive 76/117/EEC [4] harmonised national legislation on electrical equipment for use in potentially explosive atmospheres and is the first European source of legislation in the field of explosion protection. Almost two decades after the first directive, the next one was adopted and is almost universally referred to as the ATEX Directive. Directive 94/9/EC of the European Parliament and of the Council² on the approximation of the laws of the Member States concerning equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres, which has now been repealed. [5] The provisions of Directive³ 1999/92/EC of the European Parliament and of the Council on minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres [6] were introduced into Hungarian law in the framework of Joint Decree 3/2003 (11.III.) of the Ministry of Health and Social Affairs of the Republic of Hungary on “*minimum safety and health requirements for the workplace in potentially explosive atmospheres*”. [7] In this context, I consider the relevant source to be Act XCIII of 1993 on Occupational Safety and Health [8], Chapter III of which defines the requirements for safe and healthy work. Relevant sources of legislation include Decree No 27/2022 (31.I.) of the Ministry of Labour and Social Security of 31.12.2002 on the

² The Directive lays down general requirements, which each Member State must incorporate into its own legislation. The Directive is not directly applicable, but sets minimum requirements in accordance with the legal requirements of the Member State.

³ The Directive lays down minimum requirements to ensure the safety and health of workers exposed to explosive atmospheres. Within this framework, the legislation also lays down requirements for employers to prevent the formation of explosive atmospheres, to avoid ignition and to mitigate the adverse effects of explosions.

General Explosive Safety Regulations⁴ (GESR) [9], which regulates the field as an implementing regulation of Act XLVIII of 1993 on mining. [10] The latter is also important because changes to the Mining Act are needed in order to make safe changes to the explosives manufacturing covered by the General Explosives Regulation on the basis of legislation. Perhaps I just find it humorous that the safe and state-of-the-art design of a military industrial manufacturing facility, which is also stated in the introduction, is influenced by the Mining Act.

3. DIFFERENCES BETWEEN SPECIALISATIONS

In order to understand the subject, I consider it necessary to get to know the so-called basic terms, which are essential, as there are already differences in the basic terms. A distinction must be made between substances that are highly flammable or explosive and explosives. Why is this important? If we are talking about highly flammable or explosive substances, then detonation as a concept is nothing other than. The propagation velocity of a flame front greater than 340 m/s.

If we are talking about explosives, then detonation is a stabilized explosion process with a velocity of 1,000-10,000 m/s. In this case, the detonation velocity is nothing more than the linear propagation velocity of the detonation front in the explosive. In this sense, the detonation front is the interface between the explosive that has not yet been transformed and the explosive that is in the process of transformation, where the temperature and pressure change abruptly.

Taking into account the above definition, highly flammable or explosive substances are combustible gases, vapours, mists (aerosols) or dusts which, when mixed with air in appropriate proportions, may explode under the influence of an external ignition source. According to the correct technical terminology – *“Explosives are defined as practically usable compounds (mixtures, melts) which, in the course of a self-sustaining (exothermic) chemical transformation (reaction), under the effect of an appropriate initial ignition (activation energy), are suddenly (in a hundred thousandth of a second) transformed into high-temperature and very high pressure, mainly gaseous products, which, when expanded, perform extremely powerful work and cause environmental effects.”* [11]

I also think it is important to mention the definition of a space explosion, which is a chemical explosion in which at least one of the substances involved is gaseous, i.e., the explosive rapid oxidation of a combustible substance in an oxidising gas or vapour. As defined in the Regulation on minimum safety requirements for workplaces in potentially explosive atmospheres:

- *explosive atmosphere*: a mixture of combustible gases, vapours, mists (aerosols) or dusts with air in which, under normal conditions, combustion spreads to the whole mixture on ignition;

⁴ The Hungarian Explosives Association (MARE) is currently working on a complete renewal of the GESR, as the regulation does not adequately regulate, for example, the modern system of rules related to the production and storage of explosives (e.g., IATG).

- *potentially explosive atmosphere*: the part of a work area where an explosive atmosphere may be formed.

Some of the concepts listed above illustrate the differences between the explosion protection and explosives disciplines.

3.1. Explosion protection and its background

In areas where explosive atmospheres may occur, the requirements of the European Union Directives, ATEX, apply. This acronym currently encompasses two directives aimed at addressing the risks from explosive atmospheres.

One is Directive 1999/92/EC - ATEX 137 - which applies to workplaces in potentially explosive atmospheres. This directive sets out minimum requirements for safety and health protection at work, i.e., it summarises the employer's obligations. These obligations focus on the zoning of potentially explosive atmospheres, the assessment of explosion risks and the contrast screening of machines, tools and equipment that are properly certified for explosive atmospheres.

The second is Directive 2014/34/EU - ATEX 114 - which is relevant for machinery, tools and equipment used in potentially explosive atmospheres, i.e., for the product. The Directive harmonises the (binding) essential health and safety obligations⁵ for manufacturers of machinery, tools and equipment that are certified (certified) for the presence of explosive atmospheres.

The Directive indicates the relevant classification requirements for devices and equipment, as well as the conformity assessment procedures and obligations relating to the CE and Ex marks. The Directive is not a directly applicable legal source, it only lays down general requirements, which each Member State must transpose into separate legislation.

Hungary has fulfilled this obligation when, among its sources of legislation, it adopted Joint Decree 3/2003 (11.III.) of the Ministry of Health and Social Affairs of the Republic of Hungary on the minimum requirements for the protection of workers in potentially explosive atmospheres. In relation to Directive 2014/34/EU, the NGM Regulation 35/2016 (27.IX.2016) on the testing and certification of equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres.

Being familiar with the national legislative environment of explosion protection and keeping up to date with the changes is essential for the competent performance of tasks in this field. In addition to keeping abreast of the constantly changing legal sources, the technological state of the art of the technical equipment is constantly expanding, with new manufacturers, new equipment and new procedures making it more difficult for professionals working on protection solutions.

⁵ EHSR – Essential Health and Safety Requirements.

3.2. The role of occupational safety in relation to production

In the field of explosives manufacturing, the literature distinguishes between explosives manufactured for civil and military use, due to the physical and chemical properties of the materials. In the case of explosives used for military purposes, the safety of the material, its suitability for use in extreme conditions and, of course, its destructive power are the determining factors. In the case of civilian applications (rock cutting, demolition, metal demolition, etc.), the workability of the explosive and its safety factors are the determining factors. [12]

The hazards associated with the handling of explosives, as described in the definition at the beginning of this publication, are a violent chemical reaction, a very rapid combustion process. Combustion, as we have already learned in our elementary studies, requires oxygen and combustible material. However, this is not the "traditional" combustion process, because the reaction rate of the transformation (explosion) does not allow the uptake of oxygen. In order to achieve continuity of the process, explosives need to have all the elements of combustion in themselves and this is what distinguishes them from, for example, highly flammable or explosive materials.

The real reason for the enormous destructive power of a condensed-phase chemical explosion is that the energy is released extremely rapidly, tens of millions of times faster than in combustion. [13]

Occupational safety and health as defined by law is as follows: *“The regulation of the personal, material and organisational conditions of healthy and safe work for the purpose of maintaining the health and working capacity of persons performing work in an organised manner, humanising working conditions, preventing accidents at work and occupational accidents”*⁶. The law provides that, in order to ensure healthy and safe work, the State shall define the rights and obligations of employers and workers and shall involve the relevant elements of interest representation in this activity. The State has also set up supervisory bodies to assist and monitor compliance with the law and to create conditions for safe and healthy working conditions, and to sanction non-compliance with the law. [8]

Occupational safety and health are the set of occupational health and safety requirements⁷ for organised work.

As the regulations relating to the manufacture of explosives are introduced under the authority of the Mining Act, it is necessary to briefly refer to this legislation. According to the provisions of the Mining Act, *“Civil explosive activity means the manufacture, acquisition, storage, use and destruction of explosives for civil use.”*⁸ In this context, the administrative

⁶ Established by Act CXCI of 2011, § 185 a). In force: from 1 I. 2012

⁷ In relation to occupational health requirements, it is responsible for identifying pathological factors in the working environment, establishing the fact of fitness for work and periodic monitoring and determining the exposure of workers to the effects of work and the working environment.

⁸ Act XLVIII of 1993 on Mining, § 49, point 35.

duties related to mining are exercised by the Mining Inspectorate. “*The Mining Inspectorate is responsible for protecting the life, limb and health of workers during the performance of the activities under its supervision*”⁹ and for exercising official supervision over, inter alia, technical safety, occupational safety and geological functions. The Mining Inspectorate's powers as a fire safety authority cover both the underground and the equivalent outdoor parts of mines.

The Mining Inspectorate is also responsible for civil explosive activities, including the manufacture and use of explosives for civil use, in accordance with Article 44(1)(k) of the Mining Act. [10] It is also an important fact that the Act applies only to explosives for civil use.

The General Explosives Safety Regulation 27/2022 (31.I.) of the Ministry of the Interior only covers “*civil explosives activities.*” The Regulation sets out the personnel, technological and environmental requirements for the work activity, and details the provisions on explosives handling and the general conditions for explosives manufacturing. [9]

The manufacture, storage, use, testing and destruction of military explosives¹⁰ and civil pyrotechnic articles are not covered by the Regulation. This is also where the problem arises, since the law enforcement agencies do not currently have a legal basis on which an explosives manufacturing plant can start production. The lack of a legislative background is not surprising, as there has been no production of explosives suitable for law enforcement purposes in Hungary for a very long time. The distinction between civil and military explosives is not only due to the properties of the explosive, but also to the different environments in which they are used. For example, according to the GESR, explosives storage facilities classified as RV (explosive atmospheres) must have a flushing wall on at least one side.

In order to protect and safeguard stockpiles, this is prohibited in military explosives storage because, for example, during military operations, a nearby explosion should not endanger the stockpile in storage.

Internationally, there are sources of law that can adequately regulate this type of issue - related to the manufacture of military explosives. “*In response to the very serious security challenges posed by improperly handled explosives and explosive devices, the United Nations has developed guidelines for proper munitions management to ensure that it consistently provides high quality advice and support to its Member States.*” [2] The resulting body of knowledge, with the appropriate legal backing, became the IATG¹¹, or International Ammunition Technology Guidelines. However, this has not yet happened in our country.

I now return to the “Explosive” classification already mentioned. If explosives are manufactured or stored on the premises of a plant or factory in any room of the establishment, it is necessary to classify the establishment as a Hazardous Area. This classification is made in

⁹ Act XLVIII of 1993 on Mining, § 43 (2).

¹⁰ Explosives in the possession of the Hungarian Defence Forces, law enforcement agencies and armed forces stationed in Hungary. Source.

¹¹ IATG - International Ammunition Technical Guidelines.

categories RV-1, RV-2, RV-3 and RV-4 in rooms and open spaces where the presence of gas, vapour or dust of flammability class A or B (hereinafter referred to as 'highly flammable or explosive') is expected. [9]

- *RV-1 hazard class*: designates a room or open space containing explosives in the airspace of which the presence, deposition or accumulation of explosive vapours, dust, condensate and gases, vapours or dust (highly flammable or explosive) is expected to occur to a dangerous degree, permanently or intermittently, or in a non-hazardous manner, but to a dangerous degree or in a dangerous manner in the event of a malfunction or foreseeable failure.
- *RV-2 hazard class*: designates a room or open space containing an explosive in which the air is likely to contain a dangerous level of deposition resulting exclusively from the presence of the explosive, but in which the presence of highly flammable or explosive material is not likely to occur even in non-operational conditions.
- *RV-3 hazard class*: designates a room or open space containing an explosive into the airspace of which the vapour, dust, condensate and gas, vapour or dust (highly flammable or explosive) of the explosive may be introduced only for a short period in the event of a malfunction or foreseeable failure and may occur to a dangerous extent only in the immediate vicinity of the point of failure at most.
- *RV-4 hazard class*: designates a room or open space containing explosives in which the explosive and the highly explosive are present simultaneously in the air, but in quantities not exceeding a non-hazardous quantity, even in the event of malfunction or failure.

For all structures categorised according to the previous classification, a protective barrier or wall shall be constructed in the direction of the outfall. This requirement is primarily due to the destructive effects of explosives, which is confirmed by the fact that the exhaust wall must not contain an explosive element with a density greater than 1000 kg/m^3 which could be torn away in the event of an explosion. Another important factor here is that the Regulation requires the use of a baffle in rooms classified as “RV”, where the use of a baffle is mandatory and a shrapnel effect is expected. There are also requirements for escape routes, which are known to you because there are a number of factors in the design of an explosives manufacturing plant that create correct and safe working conditions. In order to achieve this, the distance between any point in the hazardous area and the door to the outside, the width of which must be between 0.8m and 2.4 m, must not exceed 15 m for hazard levels RV-1 and RV-2 and 30 m for hazard levels RV-3 and RV-4. These distances will have a fundamental influence on the design of the production space and, in the most dangerous case (RV-1), will significantly reduce the space where, as I have already described, highly flammable or explosive substances may be present and an explosive atmosphere may be created.

Regarding the GESR, it is important to know that there is currently a working group set up by the Hungarian Explosives Association, which is working not only on amending the current

regulation, but also on expanding it. It can be concluded that either the “*civil explosive activity*” can be changed to “*explosive activity*” and there will be no difference between military and civil use in terms of production. Another possibility is that military explosives production itself could be included as a separate chapter in the next edition of the General Industrial Code. In addition to the objective set out in the introduction, my aim in this paper is to draw attention to the common areas of explosion protection and explosives manufacturing and thus to promote safe working conditions.

Regulation No 28/2022 (31.I.) of the Ministry of the Interior on the marketing and supervision of explosives for civil uses covers only explosives for civil uses, civil explosive activities (including manufacturing), the marketing of explosives for civil uses, the conditions for official authorisation, the undertakings operating in the explosives sector and the official supervision of all these.

3.3. Problems arising from gaps in the legal framework, competence

The previous two chapters have presented some of the legislation that contains basic requirements for both the organisation and design of explosion protection in relation to the manufacture of explosives. I have examined the legal requirements that make a particular regulation effective or ineffective in relation to a particular task (e.g., explosives manufacturing).

Based on the data collected, it can be concluded that the National Fire Safety Regulations of the Ministry of the Interior Decree 54/2014 (XII. 5.) are only in force if explosives or pyrotechnics are not present and some combustible (explosive) material is found at the designated site. This is supported by the Technical Directive on Fire Safety - TvMI 13.3:2022.06.13. However, unlike the OTSZ, the TvMI is in force in all cases where the required conditions for the explosion hazard classification RV-1 and RV-3 are fulfilled.

It can also be observed that there is complete consistency between the TCRP - Decree 27/2022 (31. I.) of the Ministry of the Interior, the TvMI and the explosion protection regulations - the zone classification is defined in Joint Decree 3/2003 (11.III.) of the Ministry of the Interior and the Ministry of Social Affairs and Health and the Ministry of Agriculture and Consumer Protection and Decree 35/2016 (27.IX.) of the Ministry of Agriculture and Consumer Protection. It is well observed that if combustible (explosive) material is present, all regulations are relevant. I could not find a clear specific regulation on what happens when, for example, different phases (states) of the explosive material may pose a risk, or when I add a material that may create an explosive atmosphere in the area (e.g., in a container). This may be a very simplified example, but my own experience is that everything in the field should be planned and executed according to the principle of “*hope for the best but prepare for the worst*”.

| Name of materials Regulation | Explosive material | Explosives and substances presenting an increased risk of fire or explosion | Pyrotechnics | Pyrotechnics and highly flammable or explosive material | No explosives and no pyrotechnics | Highly flammable or explosive material |
|--|--------------------|---|--------------|---|-----------------------------------|--|
| Explosive classification | RV-4 | RV-1 RV-3 | RV-4 | RV-1 RV-3 | – | – |
| 54/2014 (XII. 5.) BM Decree on the National Fire Safety Regulations | – | – | – | – | X | X |
| Technical Directive on Fire Safety - TvMI 13.3:2022.06.13. Explosion protection | – | X | – | X | X | X |
| 27/2022. (I. 31.) SZTFH Decree on the General Explosives Safety Regulation | X | X | X | X | – | – |
| 173/2011 (VIII. 24.) Gov. Dec. on pyrotechnic activities for civil purposes | – | – | X | X | – | – |
| Decree No 28/2022 (31.I.) of the Ministry of the Interior on the marketing and supervision of explosives for civil use | X | X | – | – | – | – |
| - ATEX 137 - Joint Dec. No 3/2003 (11.III.) of the Ministry of Health and Social Affairs of the Republic of Hungary | – | X | – | X | – | X |
| - ATEX 114 - 35/2016 (IX.27.) NGM Decree on the testing and certification of equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres | – | X | – | X | – | X |
| ITM Decree 39/2021 (30 July) on the domestic application of Annexes A and B to the Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road | X | X | X | X | – | – |

Table 1: Legislative scope¹²
¹² Source: based on a lecture by Imre DIÓSZEGI on Applied Legal Knowledge in the course of the training of Explosives Engineers Legal Environment (04.03.2023) edited by the author.

It seems simple that in the event of a hazard (fire), combustible (explosive) material is brought in and handled by the Fire Brigade of the Emergency Services. The legal system of the same personnel prohibits the extinguishing of pyrotechnic products and explosives in case of fire, which is quite understandable, since it is uncertain when the materials will explode due to heat and direct flame. Again, the question arises as to whether or not emergency services can intervene in areas classified as RV-1 and RV-3 in the event of the formation of an explosive atmosphere? According to the OTSZ, explosives are classified as highly explosive and highly flammable and therefore extinguishing them is FORBIDDEN! The basic principle is that the explosive must be protected from the effects of fire, but the explosive itself, if present in sufficient quantity, cannot be extinguished because it can explode at any time. However, from a professional point of view, I have gathered some information on how some explosives behave in the presence of direct fire:

- Non-ignitable (e.g., water-based ANDO ÉV);
- It ignites slowly and burns with slow, sometimes unsteady combustion in small masses (e.g., Trotil or TNT decomposes at 240°C; $T_{\text{decomp}} = 223^{\circ}\text{C}$);
- Easily ignited and burns with a steady flame (e.g., Nitroglycerin);
- Easily ignites and burns with a fiery flame (e.g., RDX; $T_{\text{decomp}} = 200^{\circ}\text{C}$);
- When ignited, it will instantly explode (e.g., Lead Stearnate);
- During a choking event, the ignited explosive is transformed into an explosion/detonation in a very short time. [11]

As can be seen from the cases listed, it is also possible to distinguish between explosives in terms of combustion and ignition. This could provide an opportunity for intervention teams to classify, at the design stage of the technology, those plants that produce a type and quantity of material that could at least allow access to the site.

In the context and jurisdiction shown in the table, I have the most concerns about the GESR. This is because the regulations require that where explosives are produced by mixing, the premises or area where this activity is carried out is at increased risk of fire and explosion. Therefore, in this case the - ATEX 137 - guidelines apply and a zoning has to be done according to the Joint Decree 3/2003 (11.III.) FMM-ESZCSM, but this does not have to be done in the RV area. However, in the regulations on the installation of electrical equipment, it is specifically stated that “*in the RV-1 area, electrical equipment shall be used which, depending on the technology, is classified in zones 0, 1 or 2 and is certified as being suitable*”. In rooms RV-2 and RV-3, it requires the certified use of electrical products in zones 20, 21 and 22. I find it quite interesting that there is no zone classification and then it requires equipment certified for use in different zones. The question is what will you reconcile it with, for example in a review? I will discuss technological solutions in more detail in the next chapter. [12]

Although outside the scope of explosives manufacturing, the issue of explosives storage also raises interesting questions. The Regulation requires that in the storage area “*electrical equipment shall be installed in accordance with the requirements for the class of the increased fire and explosion hazard*”. The relevant directive therefore requires the installation of RB lightning protection. When installing lightning protection, the requirements of EN 62305-2:2012 Risk management can be taken into account. If the risk assessment includes the risk of explosion as a factor in the assessment data, the result is an unacceptable risk value. In determining the need for protection, the standard states that “*if the risk cannot be reduced below the acceptable risk level, even though the highest level of protection has been applied, the building owner must be informed*”. [13] If this is the case, then the conditions for healthy and safe working are not met, so the requirements of the Occupational Health and Safety Act cannot be met and workers cannot be posted to such areas!

I am not, of course, making any critical comments, but it is clear from the problem areas that have been identified so far that in order to create a well-functioning and safe manufacturing plant, it is essential that the different pieces of legislation are harmonised. It is also necessary for the various authorities and experts to agree that fire protection, explosion protection and occupational health and safety, as separate disciplines, must work together to ensure the safe design and operation of a fourth explosives manufacturing facility in the field of explosives technology.

SUMMARY

In my publication I presented the legal relationship between explosives protection and explosives manufacturing, I dealt with the legal possibilities and problems related to them, I analysed and elaborated the sources of law regulating these areas. In order to define the subject, I have introduced the main basic concepts relating to explosion protection, explosives manufacturing and explosives themselves. The regulatory system of explosion protection was introduced by means of the European Union directives for the manufacturer and the operator, and the requirements of the national regulations. I approached the legal framework for the manufacture of explosives from the perspective of occupational safety, with the aim of proving my hypothesis that explosion protection is present even in areas where it may be excluded by the relevant legislation. I have highlighted the regulatory points where, if not explicitly stated, explosion protection is nuanced behind the content. Finally, I have tabulated the competences identified as a result of the legislation, in such a way as to show the competence of the relevant legislation in the relevant areas of explosives protection and explosives manufacturing. Conclusions have been drawn on the basis of the relevance clearly observed in the table and supported by facts highlighted in the legislation. I have set out the legislative “ambiguities” which I consider problematic and which should be corrected in a reassuring way.

REFERENCES

- [1] Magyarország Alaptörvénye. Forrás: https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a11004_25.atv; Letöltés: 2023. március 20.
- [2] Dr. DARUKA Norbert: *A robbanóanyag-ipari termékek gyártásának és felhasználásának munkavédelme*. Óbudai Egyetem, BGK Szakdolgozat, 2021.
- [3] HUSZÁK Dániel: *Európa egyik legjelentősebb lőszer- és robbanószer-gyára épül meg Magyarországon*. Forrás: <https://www.portfolio.hu/global/20201217/europa-egyik-legjelentosebb-loszer-es-robbanoszer-gyara-epul-meg-magyarorszagon-462274>; Letöltés: 2020. december 19.
- [4] Council Directive 76/117/EEC of 18. December 1975 on the approximation of the laws of the Member States concerning electrical equipment for use in potentially explosive atmospheres EU Law and publications.
- [5] Az Európai Parlament és a Tanács 94/9/EK irányelve (1994. március 23.) a robbanásveszélyes légkörben való használatra szánt felszerelésekre és védelmi rendszerekre vonatkozó tagállami jogszabályok közelítéséről.
- [6] Az Európai Parlament és a Tanács 1999/92/EK irányelve (1999. december 16.) a robbanásveszélyes légkör kockázatának kitett munkavállalók biztonságának és egészségvédelmének javítására vonatkozó minimumkövetelményekről.
- [7] 3/2003. (III. 11.) FMM–ESZCSM együttes rendelet a potenciálisan robbanásveszélyes környezetben levő munkahelyek minimális munkavédelmi követelményeiről. Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0300003.fmm>; Letöltés: 2023. március 20.
- [8] 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről. Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99300093.tv>; Letöltés: 2023. március 20.
- [9] 27/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról. Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2200027.stf> Letöltés: 2023. március 20.
- [10] 1993. évi XLVIII. törvény a bányászatról. Forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99300048.tv>; Letöltés: 2023. március 20.
- [11] Dr. LUKÁCS László: *Katonai robbantástechnika és környezetvédelem*. Jegyzet a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem műszaki hallgatói számára, Budapest, 1997.
- [12] Dr. DARUKA Norbert: *Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek megjelenésének problematikája a házilagosan készített robbanószerkezetek kialakításának tekintetében*. Pannon Egyetem, Mérnöki Kar Szakdolgozat, 2015.
- [13] EMBER István: Kumulatív töltetek alkalmazási lehetősége tűzszerész szakfeladatok során. A hadtudomány és a 21. század 2022. Budapest, Magyarország. Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ), Colorcom Media Kft. (2022) 359 p. pp. 8-16., 9 p.

ZÁRSZÓ

A Magyar Robbantástechnikai Egyesületet 2003. december 18-án – közel 20 éve – alapították a szakterülettel foglalkozó tagjaink, azzal a fő céllal, hogy a szakmai hagyományainkat őrizze, ápolja, továbbadja.

Büszkén vállalt feladatunk a robbantástechnikával foglalkozó szakemberek szakmai összefogása, érdekvédelmük, érdekképviselésük ellátása.

Segítjük és aktívan folytatjuk a szakterületen megismerhető új információk terjesztését, a szakterületi továbbképzések megszervezését, végrehajtását, a nemzetközi gyakorlatban előforduló új technológiák, kutatási eredmények terjesztését, a szakembergárda összefogását.

Egyesületünk céljaink elérése érdekében együttműködésre törekszik a robbantástechnikával kapcsolatos feladatokat ellátó állami és önkormányzati intézményekkel, gazdálkodó szervezetekkel, közép- és felsőfokú oktatási intézményekkel.

További célunk a kapcsolatépítés a hazai és a külföldi szakmai szervezetekkel, kiemelten a Robbanóanyag Mérnökök Európai Szövetségével (European Federation of Explosives Engineers), melynek tagjai vagyunk.

Ennek jegyében, részben saját tagjaink révén is, megalakulásunk óta folyamatosan kapcsolatban álltunk a Magyar Hadtudományi Társasággal és annak Műszaki Szakosztályával (MŰSZO) is, melyet ez évben közös megállapodással is megerősítettünk.

Ezen intenzívebb együttműködésünk első példája a közös szimpóziumunk megrendezése.

Köszönet illeti a Közszolgálati Egyetem Zrínyi Kampuszát a befogadásért!

Szimpóziumunk és az erre készült különkiadásunk is ezt a törekvésünket demonstrálja, egyesületi tagjaink, felvidéki barátaink, a szerkesztőbizottság, valamint kiváló lektoraink kitartó és áldozatos munkájának és nem utolsósorban jogi támogatóink pénzügyi támogatásának köszönhetően.

Mindannyiuknak köszönjük áldozatos munkájukat!

A további szakmai tevékenységükhöz jó egészséget, töretlen alkotókedvet, kitartást és sok sikert kívánok!

A tisztelt olvasó pedig fogadja szeretettel ezt a kiadványt, melyet abban a reményben adunk közre, hogy értékes és érdekes információkat ismerhet meg, közvetlenül a robbantástechnikai szakterületünk legjobbaitól.

Véghelyi Tibor
Magyar Robbantástechnikai Egyesület
elnök





„ROBBANTANI MINDENKI TUD,
AKI ÉRT HOZZÁ, AZ TÖBBSZÖR IS!”

Forrás: www.detonet.hu

