



INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
DRILLING AND BLASTING TECHNOLOGY
2022

SYMPOSIUM PROCEEDINGS
HUNGARIAN SOCIETY FOR BLASTING TECHNOLOGY

15th September 2022
Juventus Hotel, Velence
Hungary

SZIMPÓZIUM KIADVÁNY
MAGYAR ROBBANTÁSTECHNIKAI EGYESÜLET

2022. szeptember 15.
Juventus Hotel, Velence
Magyarország

ISBN – 978 – 615 – 01 – 6009 – 2

FÚRÁS – ROBBANTÁSTECHNIKAI
NEMZETKÖZI SZIMPÓZIUM
2022



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:

FÚRÁS-ROBBANTÁSTECHNIKA
nemzetközi szimpózium
különkiadás
2022

Szerzők:

Marzena BAKAŁARZ-DOROPOWICZ – Ing. Ján BAULOVIC – Dr. BALOGH Zsuzsanna
Dr. BOHUS Géza – Ing. Marcel BREJCHA – Ing. Ivan BUCHLA – BUNYITAI Ákos
Dr. DARUKA Norbert – DUDÁS József – EMBER István – ÉLES Péter – FORRAY Tamás
Dr. FÖLDESI János – Dr. KAMBUROV Milenov Sztefan – Mgr. Julián KONDELA
Dr. KOVÁCS Zoltán – KUGYELA Lóránd – Prof. Dr. LUKÁCS László
ÓVÁRI KOVÁCS Eszter Elza – Prof. RNDr. Blažej PANDULA – Michał POROS
Jozef RUSKA – Ing. Peter SABOL – SKUBLICS Gábor – Ing. Eduard STOLIČNÝ PhD.
SZALKAI László – SZARVAS Beáta – TERÉK Tamás – TÓTH Ferenc – Dr. VIRÁG Zoltán
Ing. Ján ZREĽAK

A szimpózium kétnyelvű
(magyar-angol)

Lektorálta: Dr. Bohus Géza kandidátus, c. egyetemi tanár
Szakmai konzulens: Vég helyi Tibor MARE elnök, Nemes József MARE titkár

ISBN – 978 – 615 – 01– 6009 – 2

A kiadvány típusa: elektronikus (PDF).

Borítóterv: Ember István

Szerkesztő: Dr. Daruka Norbert, PhD.

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ.....	5
Dr. DARUKA Norbert ROBBANTÁSTECHNIKA I. A ROBBANTÁSTECHNIKAI KÉPZÉS MÚLTJA	6
Dr. DARUKA Norbert ROBBANTÁSTECHNIKA II. A ROBBANTÁSTECHNIKAI KÉPZÉS JELENE, JÖVŐJE ÉS ANNAK HELYE A HAZAI SZAKMAI ÉLETBEN	21
Prof. Dr. LUKÁCS László – Dr. BALOGH Zsuzsanna BÁNYÁSZOK ÉS A HÁBORÚK – A FÖLDALATTI AKNAHARC AZ ÓKORTÓL NAPJAINKIG..	32
Dr. KOVÁCS Zoltán ROBBANTÁS OKTATÁS A KATONAI BSc. KÉPZÉSBEN	61
EMBER István 3D NYOMTATÓ ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGE EGYES SPECIÁLIS ROBBANTÁSI FELADATOKNÁL	75
SZALKAI László HÁZI KÉSZÍTÉSŰ ROBBANÓSZERKEZETEK ELŐÁLLÍTÁSA, ALKALMAZÁSA ROBBANTÁSOS MERÉNYLETEK SORÁN.....	84
TERÉK Tamás ROBBANÓANYAG ÉS LŐSZERTÁROLÁS A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN – A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ.....	95
ÉLES Péter LŐSZEREK SZÉTSZERELÉSSSEL TÖRTÉNŐ HATÁSTALANÍTÁSA A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN – MÚLT, JELEN, JÖVŐ	104
KUGYELA Lóránd A CERTRUST KFT. ROBBANÓANYAG VIZSGÁLATAIRÓL.....	122
TÓTH Ferenc SZEMELVÉNYEK A JÉGROBBANTÁS TÖRTÉNETÉBŐL 1789-TŐL 1985-IG.....	133
Dr. BOHUS Géza – SZARVAS Beáta – Dr. VIRÁG Zoltán BARLANGOK VÉDELME A KÖZELI ROBBANTÁSOK KÁROS HATÁSAITÓL	152
Dr. KAMBUROV Milenov Sztefan NAGYÁTMÉRŐJŰ ROBBANTÓLYUKAK ALKALMAZÁSA A MÉLYMŰVELESŰ SZÉNBAANYÁSZATBAN	159
Dr. FÖLDESI János – SKUBLICS Gábor A VITUKI SZÉKHÁZ FÚRÁSA ÉS ROBBANTÁSA A BUDAPESTI ATLÉTIKAI STADION ÉPÍTÉSI TERÜLETÉN	171
Dr. FÖLDESI János MEGÉRI-E KORSZERŰ ROBBANTÁSTECHNIKAI ESZKÖZÖKET ÉS ANYAGOKAT HASZNÁLNI?	180
Ing. Ivan BUCHLA – Ing. Marcel BREJCHA MODERN TECHNOLÓGIÁK BEVEZETÉSE A GYAKORLATBA A ROBBANTÁSI MUNKÁK HATÉKONYABBÁ TÉTELE ÉS A KÖRNYEZETBE VALÓ KIBOCSÁTÁSOK CSÖKKENTÉSE ÉRDEKÉBEN	187

Jozef RUSKA – Ing. Peter SABOL – Ing. Eduard STOLIČNÝ PhD. – Ing. Ján ZREĽAK PROJEKT - A CARMEUSE VÁLLALATNÁL MEGVALÓSÍTOTT ZÖLD KŐBÁNYÁK ÉS FENNTARTHATÓSÁGI PROJEKTEK.....	198
Michał POROS – Marzena BAKAŁARZ-DOROPOWICZ KITERMELT TERÜLETEK REVITALIZÁCIÓJA VÁROSI TÉRBEN A KIELCE GEOPARK PÉLDÁJÁN.....	209
BUNYITAI Ákos – DUDÁS József – FORRAY Tamás SZEMÉLYBELÉPTETÉS SORÁN ALKALMAZHATÓ, ROBBANÓANYAG -ÉS ROBBANÓSZERKEZET-FELDERÍTÉSRE ALKALMAS BIZTONSÁGI ELLENŐRZÉSI ELJÁRÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	217
ÓVÁRI KOVÁCS Eszter Elza – Dr. DARUKA Norbert GENERAL CHARACTERISTICS OF BOMB THREATS AND BOMB ATTACKS - BOMB ATTACKS AND THREATS AGAINST SHOPPING CENTRES	232
SZALKAI László – Dr. DARUKA Norbert THE DANGERS OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS	247
Prof. RNDr. Blažej PANDULA – Mgr. Julián KONDELA – Ing. Ivan BUCHLA – Ing. Ján BAULOVÍČ METHODOLOGY OF SEISMIC BLASTING IN QUARRIES	258

ELŐSZÓ

Megalakulása óta 14 **FÚRÁS-ROBBANTÁSTECHNIKA** konferenciát rendezett a Magyar Robbantástechnikai Egyesület (és jogelődje, az OMBKE Robbantástechnikai Szakbizottsága). A konferencia nemzetközi rangot nyert és gyorsan kilépett természetes otthona, a Miskolci Egyetem falai közül. Előbb Vácott (a DUNA-DRÁVA Cement Kft. szponzorálásával), majd Balatonkenesén, az ottani Honvéd Üdülőben, végül a COVID járvány kitöréséig Velencén, a Juventus hotelben tartottuk meg rendezvényünket.

A szép hagyomány a járvány miatt bevezetett utazási és gyülekezési korlátozások miatt 2020-ban megszakadt, a konferenciánkat elhalasztottuk, ráadásul bár már két év eltelt, de sajnos a MARE elnökség járványerősödés miatti - megalapozott - aggályai miatt úgy döntöttünk, hogy ez évben konferencia helyett szimpóziumot tartunk, amennyiben azt a járványhelyzet lehetővé teszi.

Az egyesületünk életében nem csak a járvány okozott megtorpanást, hanem a gazdasági- és az állami felügyeleti szervezeti környezet folyamatos változásai és sajnálatos halálesetek is. Egyesületünket megalakulása óta szakmai támogatónk az MBFSz, (illetve jogelődje Magyar Bányászati Hivatal). Székhelyünket szervezet címen jelenthettük be, a cím máig székhelyünként szolgál, de a szervezet az év során ismét változott, ma a felügyelet megváltozott jogköreit a Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága Bányászati és Gázipari Főosztály gyakorolja.

Sajnos azonban tisztelt tagtársaink közül Jávor Géza főosztályvezető helyettes elhunyt, más kollégák nyugállományba vonultak. A rendszeres személyes és szakmai találkozók megritkultak, ennek ellenére szerencsére a jogi támogatóink és a tagjaink is kitartottak mellettünk.

Köszönjük a bizalmukat és a támogatásukat, ami nélkül a szimpóziumunk sem jöhetett volna létre! Őszinte öröömre szolgál, hogy ennyi előadót és résztvevőt, régi és új ismerőst köszönthetek a szimpóziumunkon. Köszönöm az aktivitásukat és a szakmánk, hivatásunk iránti tiszteletüket!

A szimpózium és a kiadványunk előkészítése során végzett önzetlen és kitartó munkájukért külön köszönet illeti a szervezőket, név szerint dr. Bohus Gézát, dr. Daruka Norbertet, Ember Istvánt és Nemes Józsefet!

Véghelyi Tibor MARE elnök



BLASTING TECHNIQUES I. THE PAST OF EXPLOSIVES ENGINEERING TRAINING

ROBBANTÁSTECHNIKA I. A ROBBANTÁSTECHNIKAI KÉPZÉS MÚLTJA

Dr. DARUKA Norbert¹

Abstract

Over the past thirty years, a total of four cohorts have graduated and obtained the Diploma in Explosives Engineering, Diploma in Explosives Engineering² and Diploma in Explosives Engineering/Specialist. To date, this totals 49 students, with the potential to increase by another 15 students in the coming year. The need for well-trained, professionally committed young people to prove their abilities in the various fields of explosives engineering is evident from the numbers, but even more so within the professional community. The future is of particular importance in this respect, because without the right knowledge and expertise, the profession we love will slowly disappear.

Keywords: training, explosives engineering, dedicated professional.

Összegzés

Az elmúlt harminc évben összesen négy évfolyam fejezte be tanulmányait és szerzett Robbantástechnikai szakmérnök, Robbanóanyag-ipari szakmérnök, illetve Robbantástechnikai szakmérnök/szakember diplomát. Napjainkig összesen ez 49 főt jelent, ami a következő évben újabb 15 fővel növekedhet. A számokból is jól látszik, de a szakmai berkeken belül még jobban szembe tűnik, hogy szükség lenne jól képzett, szakmailag elhivatott fiatalokra, akik a robbantástechnika különböző területein bizonyíthatnák rátermettségüket. A jövő ebben a tekintetben különös jelentőséggel bír, hiszen, ha nem lesz meg a megfelelő tudás és szakértelem, akkor a szeretett szakmánk lassan az enyészeté lesz.

Kulcsszavak: képzés, robbantástechnika, elhivatott szakember.

BEVEZETÉS

„Tanulj meg mindent, amit lehet, amikor csak lehet, akitől csak lehet! Egyszer eljön az az idő, amikor hálás leszel ezért magadnak.” – Sarah Caldwell³.

A fent említett idézet különösen fontos lehet hazánkban a robbantástechnika valamennyi szakterületén munkálkodó szakemberek számára. A kor előrehaladtával, a gazdasági és politikai változások hatására, illetve a technológiai fejlődésnek köszönhetően a robbantástechnika nem éli fénykorát ma hazánkban. Egyes területek szinte teljesen elsorvadnak, más területek pedig a lelkes és tapasztalt szakemberek odaadásának, vagy épp érdekérvényesítő képességének köszönhetően még mai is szép eredményeket érnek el. Sajnos szembesülnünk kell azzal a ténnyel, hogy a nagy rutinnal, szakmai tapasztalattal rendelkező szakemberek száma folyamatosan csökken, a szakterület néhány lelkes fiatal kivételével szép lassan kiöregszik. Saját

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

² A Robbantástechnikai szakmérnök, illetve a Robbanóanyag-ipari szakmérnök megnevezésű diploma angol nyelvű fordítása teljesen megegyezik.

³ Amerikai opera karmester, impresszárió és rendező volt.

tapasztalatom ihlette az előzőekben leírt idézetet, mert voltak olyan kollégák, akiktől lehetett, illetve lehetett volna még mit elsajátítani, ha...

Vannak olyan, ma is aktív és szerencsére jó egészségnek örvendő robbantási szakemberek, akiktől lehet és kell is tanulnunk, addig amíg még lehet.

A robbantástechnikai képzések tekinteténem nem beszélhetünk évtizedekre visszanyúló képzésekről, folyamatosan fejlődő oktatási, továbbképzési ciklusokról, mert ez a szakterület mindig is egy szűk, de annál elhivatottabb réteget érintett. Célul tűztem ki, hogy összeszedem és rendszerezem azokat az oktatási kezdeményezéseket, amelyeknek az volt a fő célkitűzése, hogy megfelelő képzettségű szakemberrel válaszoljon a kor kihívásaira.

A robbantástechnika magyarországi helyzete

A II. világháborút követő újjáépítések bontási és építési munkálatai, valamint katonai feladatai alapvetően meghatározták a robbantástechnika jövőjét és irányait. A robbantástechnikai képzések már ebben az időszakban is két jól elhatárolt terület igényeinek megfelelően kerültek kialakításra. Egyrészt a katonai robbantástechnika, a másrészt az ipari robbantástechnika igényei formálták a robbantástechnikai szakemberek képzésének követelményeit.

– Katonai robbantástechnika:

- tűzszerész alakulatok feladatai;
- műszaki csapatok feladatai (robbantási feladatok, aknaharc);
- katonai kutatás-fejlesztés területei (robbanó eszközök fejlesztése).

– Ipari robbantástechnika:

- bányászati robbantástechnika a jövesztés érdekében (földalatti, külszíni);
- bányászati kutatási feladatok (szeizmikai robbantások);
- meleg környezetben történő robbantások (kohászat);
- építmények robbantásos bontása;
- árvízvédelmi robbantások (jégrobbantás);
- mezőgazdasági robbantások (trágyaszórás, fatelepítés előkészítése, stb). [1]

A felsőfokú robbantástechnikai oktatás intézményei – az előzőekben ismertetett igényeknek megfelelően – az alábbiak voltak:

– a katonai robbantástechnika területén,

- a katonai főiskolák, ezen belül kiemelten a Kossuth Lajos Katonai Főiskola Műszaki szaktanszéke, ahol a Robbantás államvizsga tantárgy volt;
- az egyetemi szintű diplomát adó Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem (ZMNE) Műszaki tanszéke.

- az ipari, vagy polgári robbantástechnikai területén,
 - a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem (később Miskolci Egyetem) Bányamérnöki Kara. [1]

A megszerzett ismeretek továbbfejlesztésére elsősorban a gyakorlati munka során volt lehetőség.⁴ Nagy segítséget jelentett továbbá a hazai és a külföldi szakmai tapasztalatok, új technikák és technológiák megismerése terén két szakmai szervezet munkája, és két évente megrendezett nemzetközi konferenciái:

- az Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége⁵ (MTESZ), Építéstudományi Egyesület⁶ (ÉTE) Robbantástechnikai szakbizottsága, az alapító dr. Mueller Othmár (majd halála után dr. Lukács László) vezetésével;
- Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület⁷ (OMBKE) Robbantástechnikai szakosztálya, az alapító dr. Bohus Géza vezetésével. [1]

A hazai oktatás, képzés és felkészítés, valamint a tudományos tevékenységek terén is van mire büszkének lennünk. A fent említett szervezeteknél számos olyan változás következett be, amely nem csak a tagság csökkenését, hanem a szervezetek működését is végérvényesen befolyásolta. A változások hatására és a tagság javaslatára a két szakmai szervezetből jött létre a ma is működő Magyar Robbantástechnikai Egyesület (MARE) 2003-ban. Az egyesület a robbantástechnikai szakterületen, a robbantóanyag előállítás, forgalmazás és felhasználás, továbbá a védelem és rendvédelem szakirányú területein, valamint az e tevékenységekhez kapcsolódó oktatásban, fejlesztésben és kutatásban, illetve a szakterület igazgatásában dolgozó, ez irányú tanulmányokat folytató, a fenti szakterületekről nyugdíjba vonultak, valamint jogi személy tagok önkéntes tagságon alapuló szervezete.

Tevékenysége a szűkebb körű szakmai munka mellett kiterjed:

- Tudományos tevékenységre, kutatásra;
- Nevelésre, oktatásra, képességfejlesztésre, ismeretterjesztésre;

⁴ A Bányafelügyelet 1976. évi utasításának egyik eleme a robbantásvezetők kötelező továbbképzéséről intézkedik. Ennek az utasításnak az eredményeként 2 szakmai jegyzet-sorozat is megjelent.

⁵ A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége 40 műszaki, természettudományi és gazdasági egyesület mintegy 70 000 tagját felölelő szövetsége. A tagegyesületek közül van, amelyik százéves múltra tekinthet vissza. Az egyes egyesületek egymástól függetlenül alakultak meg, és ma is önállóan tevékenykednek közhasznú szervezetek formájában. Vannak olyan feladatok, ahol több szakma vagy tudományág összefogására van szükség, a MTESZ egyik célja volt, hogy segítse az együttműködést. A MTESZ-t a tag-egyesületek 1948-ban alakították meg és 2013 óta felszámolás alatt áll.

⁶ 1946-ban alapított Társadalmi Szervezet. Kiemelt célja, a szakmai hagyományok, az örökölt építészeti értékek megőrzése, ápolása, továbbadása, a kutatások-fejlesztések támogatása, továbbá eredményeinek a gyakorlatban való hasznosulásának elősegítése, az építéstudomány színvonalának folyamatos emelése, terjesztése, az alkotómunka támogatása.

⁷ Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) a hazai bánya- és kohómérnökök szakmai szervezete, az MTESZ egykori tagja. Kiadója volt a Bányászati Lapok, a Kohászati Lapok és a Kőolaj és Földgáz című szakmai folyóiratoknak.

- A kulturális örökség megóvására;
- Műemlékvédelemre;
- Környezetvédelemre;
- Katasztrófavédelemre;
- Munkavédelemre és munkabiztonságra.

A továbbiakban ismertetni kívánom, hogy milyen indíttatásból és milyen elképzelésekkel vette kezdetét a Robbantástechnikai szakmérnök képzés Magyarországon.

A robbantástechnikai képzés múltja

Az első Robbantástechnikai szakmérnök Magyarországon Koczor László okleveles bányamérnök volt, aki Németországban, Freiburg városban szerzett képesítést.

A robbantástechnikai képzés hazai adaptálásának ötlete elsőként Dr. Bohus Géza⁸ docensben, a Miskolci Egyetem Mérnök Továbbképző Intézet Igazgatójában merült fel.

„Akkoriban még körülbelül 50 üzem és 200 bánya vagy kitermelő hely működött és jól elkülönült egymástól a számos szakmában érdekelt, különböző képesítéssel rendelkezők hatás- és felelősségi köre. Gondolok itt a Bányaiipari technikusra, Bányamérnökre, Agrármérnökre vagy az építőmérnökökre.” - emlékezik vissza Bohus tanár úr.

A képzés ötlete egyébként úgy született meg, hogy 5-6 év alatt a földalatti bányák nagy része megszűnt és nem jelentkeztek hallgatók a Miskolci Egyetemre. Először egy Robbantástechnikai szakirány elindítása volt a cél, amit az akkori vezetés nem támogatott kellő mértékben. A következő lépés már az egyetem oktatási rendszerének változásaiból adódóan megvalósult. A képzést, amelynek vezetője Dr. Bohus Géza volt, a bányahatóság, a Miskolci Egyetem Mérnök Továbbképző Központja és a NOVEXPLO Kft. [2] fogta össze, amelyen a hallgatók a tanulmányaik befejezését követően „Robbantástechnikai szakmérnök” elnevezésű oklevelet vehettek át.

A képzés célja a robbantástechnikai alapismeretekkel rendelkező és a szakterület iránt érdeklődő, esetleg a robbantástechnikát már hivatásszerűen alkalmazó szakemberek továbbképzése volt olyan mértékig, hogy jól értsék és tudják

- a robbanás fizikai és kémiai alapjait;
- a robbantással végezhető munkákat;
- a robbantások környezeti hatásait. [3]

Az elképzelés az volt, hogy a jövőben a robbantástechnikai személyzet képzése és továbbképzése, a robbantástechnikai szaktanácsadás, igazságügyi szakértés és általában a

⁸ Okleveles bányamérnök, a műszaki tudomány kandidátusa.

bonyolultabb robbantástechnikai munkák tervezése és kivitelezése a Robbantástechnikai szakmérnökök feladata lesz.

Az elképzelések megvalósításának érdekében a szakmérnök képzés tantervének összeállítása is ennek a célnak a megvalósítását tükrözte. A tanterv fő célkitűzése volt, hogy a hallgatók az elméleti és gyakorlati foglalkozások keretein belül kellő felkészítésben részesüljenek a robbantási tervek, technológiák elkészítéséhez, ebből adódóan alkalmassá váljanak

- a bonyolultabb robbantások tervezésére, előkészítésére és ellenőrzésére, valamint a robbantással összefüggő környezetvédelmi feladatok szakértésére;
- a robbantószemélyzet képzésére és továbbképzésére;
- valamint a robbantásos balesetek műszaki, illetve igazságügyi szakértői vizsgálatára.

A képzés tekintetében különösen fontosnak bizonyult, hogy a hallgatók tanulmányaik során a robbantásokon kívül tanulmányozzák az égési folyamatokat is és pirotechnikai alapképzést is kaptak. A gyakorlati foglalkozások célja nemcsak az elméleti ismeretek gyakorlatba való átültetése, hanem a minél többre tű robbantási feladat végzését lehetővé tevő robbantásvezetői vizsga sikeres abszolválása volt. Azoknak is fennállt ez a lehetőség, akik még nem rendelkeztek robbantásvezetői jogosítvánnyal⁹, de a képzés során már túljutottak a robbantásvezetői alapvizsgán. A képzés kezdetén mindenképpen előnyt jelentett a robbantástechnikai előképzettség és a robbantásvezetői jogosítvány.

Az induló képzésre olyan szakemberek jelentkezhettek, akik már rendelkeztek egyetemi mérnöki, vagy természettudományi karon szerzett oklevéllel.

A 4 félévből álló képzés végül 1994-ben a Miskolci Egyetem Bányászati és Geotechnikai tanszék szervezésében 18 fővel sikeresen elindult és a *Robbanásfizika, A robbanás környezeti hatásai*, illetve *Robbantástechnológiák tervezése* záróvizsgatárgyak teljesítését követően diplomavédéssel zárult. Robbantástechnikai szakmérnök diplomát végül 15 fő szerzett, akik közül 14 fő a szakmájában tudott elhelyezkedni.

1996-ban újabb osztályt sikerült elindítani, ahova főiskolai diplomával rendelkező műszaki szakemberek kerültek beiskolázásra. Ezen az évfolyamon 15 fő kezdte meg tanulmányait és 13 fő sikeresen abszolválta a követelményeket. [4]

A bányászati ipar jelentős zsugorodása, illetve a katonai képzés terén bekövetkezett változások miatt az ilyen irányú szakember képzés iránti igény jelentősen lecsökkent, így robbantástechnikai szakmérnöki képzés a továbbiakban nem került elindításra.

⁹ Később a megnevezés Robbantásvezetői engedélyre változott.

TANTÁRGY NEVE		ÓRASZÁM/FÉLÉV					VIZSGA
		1	2	3	4	Össz.	
1.	Robbanóanyag-kémia	18+9	-	-	-	27	K
2.	Robbanóanyagok gyártása és vizsgálata	-	6+15	-	-	21	K
3.	Pirotechnikai anyagok és eszközök	-	-	9+9	-	18	K
4.	Robbanásfizika	24+0	6+9	6+9	-	54	K, K, K, Á
5.	A robbantástechnika története	12+0	-	-	-	12	K
6.	Fúrástechnika	12+3	-	-	-	15	K
7.	Robbantóanyagok kezelése	15+6	-	-	-	21	K
8.	Robbantás különböző közegekben	15+6	12+6	-	-	39	K, K
9.	Villamos robbantás	-	12+6	-	-	18	K
10.	A robbantások környezeti hatása	-	9+6	12+6	-	33	K, K, Á
11.	Robbantás veszélyes környezetben	-	-	-	18+6	24	K
12.	Robbantástechnológiák tervezése	-	6+12	9+12	9+15	63	K, G, G, Á
13.	Mérnöki építéstan	-	12+3	-	-	15	K
14.	A robbantás szervezési feladatai	-	-	12+3	-	15	K
15.	Számítástechnika	-	-	9+9	-	18	K
16.	Biztonságtechnika	-	-	12+3	18+6	39	K, K
17.	Gazdaságossági vizsgálatok	-	-	-	24+0	24	K
18.	Jogi ismeretek	-	-	-	24+0	24	K
Összes óraszám		120	120	120	120	480	
K – kollokvium G – gyakorlati jegy Á – államvizsga							
Záróvizsga tárgyak: – Robbanásfizika – A robbantások környezeti hatása – Robbantástechnológiák tervezése							

1. táblázat Képzési tematika Miskolc 1993; 1996 [3]

Az utolsó Miskolcon végzett évfolyamot követően - körülbelül 10-12 évvel ezelőtt – volt egy képzés indítással kapcsolatos kezdeményezés az akkori Bányászati Hivatal részéről. „Egyeztetéseket is kezdeményeztek a ZMNE Bolyai János Hadmérnöki Kar dékánjával, a Műszaki tanszék bázisán indítandó esetleges képzésről. Az infrastruktúra adott volt, melyet tovább erősített az, hogy a 2002 decemberében elhunyt dr. Mueller Othmár, az ÉTE Robbantástechnikai szakbizottság alapítója és vezetője, az általa összegyűjtött, mintegy 26 ezer

kötetes Robbantástechnikai szakkönyvtárát, több évtizedes barátságunk alapján és a ZMNE Műszaki tanszékén folytatott, a személyemhez kapcsolódó magas szintű robbantástechnikai képzés elismeréseként, az Egyetemre hagyományozta. Végakaratóban egyben megtisztelt a szakmai gyűjtemény további szakmai gondozásával.¹⁰ Sajnos az akkor már éreztető változtatások előszele miatt, bár mindkét fél támogatta volna az ötletet, végül nem került sor további lépésekre ez ügyben.” – írja Prof. Dr. Lukács László A Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzési szak és annak helye a hazai szakmai életben elnevezésű tájékoztatóban. [1. pp.1.]

2014-ben Veszprémben a Pannon Egyetem, Mérnöki Karán indult el a „*Robbanóanyag-ipari szakmérnök*” szakirányú továbbképzés. A képzés szervezője: Grünwald Ferenc¹¹, a képzés egyetemi felelőse Dr. Kaizer József¹² volt. A szakirányú továbbképzésbe történő belépésnél feltétel nélkül elfogadott előképzettségek voltak:

- anyagmérnöki alapképzési szak;
- környezetmérnöki alapképzési szak;
- vegyészmérnöki alapképzési szak;
- műszaki földtudományi alapképzési szak;
- had- és biztonságtechnikai mérnöki alapképzési szak.

A képzés célja olyan speciális ismeretekkel és szemléletmóddal rendelkező szakmérnökök képzése volt, akik a korábban megszerzett szakképzettségük és felsőfokú szakismeretük birtokában képesek az ipar és azon belül a robbanóanyag-ipar területén felmerülő problémák megoldására. A 4 féléves kurzus zárásaként 10 fő kapott robbanóanyag-ipari szakmérnöki diplomát 2016-ban.

A robbanóanyag-ipari szakmérnök szakirányú továbbképzési szakon végzetteknek alkalmasak voltak a különböző gyártói felhasználói problémák felismerésére és megalapozott állásfoglalás kialakítására, megoldására, valamint ezen álláspont adekvát kommunikációjára. A nemzetközi szakmai követelményeknek is megfelelően felkészített végzettek ismerték a robbanóanyag gyártás és felhasználás lehetőségeit, az elérhető legjobb módszereket és megoldásokat. [5] A képzés tantervében megfogalmazottak szerint: „*A szakképzettség a robbanóanyag-ipar csaknem minden területén hasznosítható. Alkalmazható többek között felelős műszaki vezetői, robbantásvezetői/mérnöki, projektmérnöki munkakörökben.*”

¹⁰ A nevét viselő Robbantástechnikai külön-gyűjtemény, a Nemzeti Közszerológati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Kari Könyvtárában található (1101. Budapest, Hungária krt. 9-11.)

¹¹ Bányaipari technikus, oktatásszervező.

¹² Pannon Egyetem, egyetemi tanár, MTA-doktora.

TANTÁRGY		KREDIT	ÓRASZÁM	VIZSGA
Alapozó ismeretek		30	138	
1.	Kémiai ismeretek	9	46+4	K
2.	Robbanásfizika	2	8	K
3.	Matematikai számítások	9	40	K
4.	Robbanóanyag-ipari gépek	8	32	K
5.	Robbanóanyag-ipari jogszabályok	2	8	K
Szakmai törzsképzés		80	320	
6.	Pirotechnikai gyártógépek és technológiák	4	8+8	K
7.	Ballisztika	6	24	K
8.	Ipari robbanóanyagok gyártása	9	32	K
9.	Katonai robbanóanyagok gyártása	2	8	K
10.	Hadi alkalmazások	2	8+8	K
11.	Mentesítés minőségtanúsítás	7	20+4	K
12.	Kémiai biztonság	2	8	K
13.	Munkavédelem kockázatelemzés	5	24	K
14.	ADR csomagolás szállítás	2	8	K
15.	Tűzvédelem	4	16	K
16.	Katasztrófavédelem, SEVESO	3	16	K
17.	Elektrosztatikus védelem, raktárak létesítése	2	8	K
18.	Kereskedelem jogi szabályozása	2	8	K
19.	Környezetvédelem	4	16	K
20.	Minőségbiztosítás, nyomkövetés	4	16	K
21.	Balestek elemzése, bírósági döntések	2	8	K
22.	Különleges robbantási feladatok	9	32	K
23.	Jogi ismeretek	7	24	K
24.	Robbantási gyakorlat	4	0+16	É
Diplomamunka		10	0	A
ÖSSZESEN		120	K – kollokvium; É – évközi jegy; A – aláírás.	

2. táblázat Képzési tematika Veszprém 2014 [5]

„A képzés érdekességét az adta, hogy miközben a képzési célban azt fogalmazták meg, hogy - a szakképzettség megszerzése elsősorban robbanóanyag-ipari termékek előállításával és felhasználásával foglalkozó vállalatoknál alkalmazott szakemberek számára fontos -, a végzés időpontjában vonult ki az országból az utolsó klasszikus robbanóanyag gyártó üzemet működtető (spanyol) MAXAM, bezárva Peremartonban lévő gyárát.” [1]

A robbanóanyag-ipari szakmérnök diplomát szerzett hallgatók, a szerencsétlennek mondható helyzet ellenére is a szakmában tudtak elhelyezkedni; a katonai robbantástechnika területén a tűzszerész alakulatnál, az ipari robbantástechnika területén robbanóanyag gyártó cég, olajipari kitermeléssel foglalkozó cég, építmények robbantásos bontásával is foglalkozó cég, illetve az autóipar, azon belül is a légzsákok gyártásában érdekelt cég volt a felvevő piac.

Annak ellenére, hogy érdeklődő hallgatók 2016 őszén még voltak, elsősorban az egyetemi szabályok, a képzési költség feltételei és az új felvételi eljárásrendek változásai miatt a szakirányú továbbképzés nem indult újra.

„A veszprémi záróvizsga felkért bizottsági elnökeként fogalmazódott meg bennem a gondolat egy új, a kor kihívásainak és szakmai elvárásainak eleget tevő szakképzés indításával kapcsolatban.” – írja Prof. Dr. Lukács László [1. pp.2.]

A képzésbe bevonni kívánt oktatókkal történő egyeztetést követően a már nyugállományú professzor úr kialakította elképzelését a tervezett képzést illetően. Mivel a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemet is magába olvasztó Nemzeti Közszoigálat Egyetemen az összes mérnök képzést 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 őszén már konkrét elképzelések kerültek a Bánki Kar dékánja Prof. Dr. Rajnai Zoltán¹³ elé, aki azonnal támogatta a kezdeményezést.

Prof. Dr. Lukács László így emlékszik vissza a történetekre: *„A képzést kétirányú kimenettel – szakmérnök/szakember – terveztem, mivel a résztvevő célcsoportok között az ipari robbantástechnika mellett szerepeltek a Katasztrófavédelem, a Rendőrség és a Honvédség olyan szakemberei is, akik pl. a Rendőrtiszti Főiskolán, vagy a ZMNE Védelmi Igazgatási, vagy Katonai vezetői szakokon végeztek, így eleve kizártuk volna őket egy szakmérnöki továbbképzésből.*

Ugyancsak kétirányúnak terveztem magát a képzést is abból kiindulva, hogy a magyar piac nem fog olyan létszámban igényelni ipari robbantástechnikai és rendvédelmi szakmai

¹³ Óbudai Egyetem, egyetemi tanár, a hadtudomány PhD. fokozatos.

ismeretekkel rendelkező szakembereket, mellyel rentábilisan indíthatnánk tanfolyamokat. Ezért a szakindítási kérelem (mellékletben) indoklásában úgy fogalmaztam: Magyarországon úgy az ipari és a katonai robbantástechnika, mint a kritikus infrastruktúra védelem területén olyan gyors és jelentős változások – technikai és technológiai fejlődés –, illetve súlyos biztonsági veszélyeztetettség lehetőségei figyelhetők meg, melyek szükségsszerűvé teszik a területen dolgozók részére a megszerzett tudásuk folyamatos, szervezett formában történő továbbfejlesztését. A helyzetet súlyosbítja, hogy a nemzetközi terrorizmus, eddig összefüggéseiben nem vizsgált kihívások elé állítja a terület szakembereit. Ezek szükségsszerűen összekapcsolják a robbantástechnika és a kritikus infrastruktúra védelem kérdéseit, melyekre az oktatásnak megfelelő válaszokat kell adnia.”

A benyújtott kérelmek alapján, az Oktatási Hivatal 2016. augusztus 31-én adta ki a két szakirányú továbbképzési szak indítását engedélyező határozatait. A toborzás szinte azonnal elkezdődött a Magyar Robbantástechnikai Egyesület szeptemberi nemzetközi konferenciáján. Az érdeklődés nagy volt, több mint tízen azonnal jelezték, hogy feltétlenül jelentkeznek – aztán nem történt semmi. A Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar és a Magyar Robbantástechnikai Egyesület közös tájékoztató rendezvényt szervezett 2016 novemberében, ahova meghívta az érintett szakmai szervezetek képviselőit. A képzés elindításához szükséges létszám azonban ennek ellenére sem lett meg. Véleményem szerint a költségek ekkor még nem voltak a szakmai szervezeteknél ilyen jellegű oktatásokra betervezve. Talán ezt igazolja, hogy 2018 májusában a tájékoztató rendezvényt a két szervezet megismételte és ekkor már elérték a képzés indításához szükséges létszámot¹⁴.

A résztvevők köre bizonyította, hogy valóban lehetetlen lenne csak egy szakmai körre korlátozni a képzést: katona, tűzoltó, rendőr, TEK-es és biztosítónál dolgozó szakemberek mellett, egyetlen, az ipari robbantástechnika területéről érkezett hallgató kezdte meg tanulmányait a kurzuson.

2016-ban az Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Karán 12 fő hallgató részvételével indult el a „*Robbantástechnikai szakmérnök/Robbantástechnikai szakember*” szakirányú továbbképzési szak. A képzés szakfelelőse: Prof. Dr. Lukács László.¹⁵ A képzés elindításának szakmai elképzelése, fő célkitűzése a következő: „Magyarországon úgy az ipari és a katonai robbantástechnika, mint a kritikus infrastruktúra védelem területén olyan gyors és jelentős változások – technikai és technológiai fejlődés –, illetve súlyos biztonsági

¹⁴ Az egyetemi szabályozás szerint a gazdaságosság figyelemvételével minimálisan 10 fő megléte esetén indítható szakirányú továbbképzés. Ezt 2020-ban először 15 főre, majd 13 főre módosították.

¹⁵ A hadtudomány kandidátusa, egyetemi tanár.

veszélyeztetettség lehetőségei figyelhetők meg, melyek szükségszerűvé teszik a területen dolgozók részére a megszerzett tudásuk folyamatos, szervezett formában történő továbbfejlesztését. A helyzetet súlyosbítja, hogy a nemzetközi terrorizmus, eddig összefüggéseiben nem vizsgált kihívások elé állítja a terület szakembereit. Ezek szükségszerűen összekapcsolják a robbantástechnika és a kritikus infrastruktúra védelem kérdéseit, melyekre az oktatásnak megfelelő válaszokat kell adnia.” - írja képzési tájékoztatójában a képzés vezetője.

A felvetődő kérdésekre az oktatásnak is megfelelő válaszokat kell adnia. Az Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, az általa levelező formában hirdetett, négy féléves, Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzési szakkal kíván ebben segíteni.

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 BSc¹⁶, vagy MSc¹⁷, (korábbi egyetemi vagy főiskolai) oklevél megléte, a megszerzhető végzettség a korábban megszerzett diplomának megfelelően¹⁸ „Robbantástechnikai szakember”, vagy „Robbantástechnikai szakmérnök”.

A képzés során megszerzendő ismeretek:

Alapismeretek és szakmai törzsanyag ismeretkörei:

- Robbanóanyag kémia;
- Robbanásfizika;
- Robbantóanyag ismeret;
- Robbantással történő munkavégzéssel és robbantásos cselekmények hatásaival kapcsolatos egészségügyi/munkavédelmi ismeretek;
- Kockázatelemzés;
- Robbantásos cselekmények elleni védelem módszerei és eszközei;

¹⁶ 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.

¹⁷ Az MSc – Master of Science – mesterképzés számos országban, így jelenleg hazánkban is a háromosztatú felsőoktatási képzés második képzési ciklusa.

¹⁸ Attól függően, hogy a bemeneti követelményként bemutatott diploma mérnöki képzés területre vagy általános képzési területre vonatkozott.

- 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.

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	

3. táblázat Képzési tematika Óbudai Egyetem 2016 I.-II. félév [6]

A későbbi féleértéseket elkerülendő, a szakember végzettségű hallgatók kaptak egy igazolást arról, hogy azonos tematika, azonos képzési követelmények szerint tanultak, mint a szakmérnökök.

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	

4. táblázat Képzési tematika Óbudai Egyetem 2016 III.-IV. félév [6]

A képzés zárásaként a hallgatók két témakörben – „*Ipari robbantástechnika*” és „*Robbantásos cselekmények elleni védelem*” adtak számot megszerzett tudásukról. Természetesen a Szakdolgozat elkészítése és annak megvédése is ennek a folyamatnak a részét képezte. A képzés feltételeit egy fő kivételével minden hallgató sikeresen abszolválta és pozitív visszajelzések érkeztek a szakképzettség alkalmazásának vonatkozásában.

A szakképzettség alkalmazása konkrét környezetben, tevékenységek során

- A *Robbantástechnikai szakmérnökök/szakemberek* a szakképzettség birtokában alkalmassá váltak a robbantástechnika piacán történő megfelelő színvonalú, szakszerű munkavégzésre.
- Speciális ismereteket igénylő robbantástechnikai üzletágban, munkakörben való jártasságot szereztek, a robbantástechnika, továbbá a rend-, a katasztrófa- és a honvédelem területein.
- A képzés során szerzett ismeretek birtokában (az egyéb, jogszabályokban előírt feltételek teljesülése esetén) polgári robbantásvezetői vizsga megszerzése vált elérhetővé.

Az Ipari robbantástechnikai szakmérnök/szakember képzés

A Robbantástechnikai szakmérnök/szakember képzésen szembetűnő volt az ipari robbantástechnikai szakemberek tüntető távolmaradása. A távolmaradás okait kutatva egy MARE vezetőségi ülésen kaptunk választ, - ezen a rendezvényen egyébként a Bánki Kar Felnőttképzési Központ akkori vezetője is megjelent – „a terrorista robbantások elleni védelemmel kapcsolatos tárgyak, mint feleslegesnek ítélt anyag a távolmaradás oka”. A kari dékánnak történő egyeztetést követően a Robbantástechnikai szakmérnök/szakember képzés szakfelelőse egy új tematika szerint átdolgozta a tantervet úgy, hogy az az ipari terület képviselőinek elfogadható legyen.

TANTÁRGY	KREDIT	ÓRASZÁM	VIZSGA
<i>I. félév</i>			
Robbanóanyag kémia	6	24	Évközi jegy
Robbanóanyagok és azok alkalmazása	10	36	Vizsga
Robbantással történő munkavégzéssel 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>I. félév összesen</i>	30	112	
<i>II. félév</i>			
Végeselem módszer alapjai	2	8	Évközi jegy
A robbanási lökéshullámok modellezése, és komplex térben való terjedésük vizsgálatának módszerei, lehetőségei	12	32	Évközi jegy
Geológia és talajmechanika	6	24	Vizsga
Építőanyagok, épületszerkezetek	6	24	Évközi jegy
Fúrástechnika	6	24	Évközi jegy
<i>II. félév összesen</i>	30	112	
<i>III. félév</i>			
Robbantási munkák számítógépes tervezése	8	24	Vizsga
Építmények robbantásos bontása	8	40	Vizsga
Robbantások közvetlen és közvetett hatása a környezetben (elméleti és gyakorlati foglalkozás)	5	24	Évközi jegy
Speciális geodéziai ismeretek	5	24	Évközi jegy
<i>III. félév összesen</i>	26	112	

5. táblázat Ipari robbantástechnikai szakmérnök/szakember tanterv javaslat I.-III. félév

TANTÁRGY	KREDIT	ÓRASZÁM	VIZSGA
IV. félév			
A tűz- és a katasztrófavédelem szakirányú kérdései	8	24	Vizsga
Alkalmazott szakmai jogi ismeretek	2	8	Évközi jegy
Minőségbiztosítás	2	8	Évközi jegy
Bányászati robbantások	8	40	Évközi jegy
Speciális külszíni robbantások (víz alatti, ár- és jégvédekezési, mező- és erdőgazdálkodási, szeizmikus, mélyfúrási, kontúrozó, vonalas létesítmények robbantásos kialakítása, RAG munkavégző képessége, megsemmisítése)	4	16	Évközi jegy
Záró-dolgozati projekt	10	16	Évközi jegy
IV. félév összesen	34	112	

6. táblázat Ipari robbantástechnikai szakmérnök/szakember tanterv javaslat IV. félév

Ezt egy körlevél formájában közreadta a tagságnak az Egyesület azzal, hogy megfelelő létszámú garantált jelentkezés esetén a Kar hajlandó új szakindítási kérelmet benyújtani, és annak elfogadását követően indítani a képzést. Egyetlen jelentkezést sem regisztráltunk... Ezzel a szakindítási kérelem benyújtása meghiúsult.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] DR. LUKÁCS László - 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.
- [2] Forrás: <https://docplayer.hu/11030638-Robbantastechnika-az-ombke-robbantastechnikai-szaksbizottsag-tajekoztatoja-tartalom.html>; Letöltés ideje: 2022.08.10.
- [3] Robbantástechnikai szakmérnök szak, Tanterv, levelező tagozat. Miskolci Egyetem, Bányamérnöki Kar, Miskolc 1993.
- [4] DR. BOHUS Géza - A magyarországi fúrástechnika és robbantástechnika legfontosabb fejlesztési feladatai; A Fúrás-robbantástechnika - 1995 elnevezésű konferencián 1995. október 3-án elhangzott vitaindító előadás cikké szerkesztett változata; a Bányászat 129. évfolyam 3. számában megjelent cikk másodközlése; p.10.; Forrás: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/1997_1%2003%20Mo-i%20f%C3%BAr%C3%A1s-robbant%C3%A1stechnika%20fejleszt%C3%A9s%20-%20Bohus%20G%C3%A9za.pdf; Letöltés ideje: 2022.08.10.
- [5] Robbanóanyag-ipari szakmérnök szakirányú továbbképzési szak tanterve, Pannon Egyetem Mérnöki Kar, Veszprém, 2016.
- [6] Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzés tanterve, Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, 2016.

**BLASTING TECHNIQUES II.
PRESENT AND FUTURE OF EXPLOSIVES ENGINEERING TRAINING AND ITS
PLACE IN THE HUNGARIAN PROFESSIONAL LIFE**

**ROBBANTÁSTECHNIKA II.
A ROBBANTÁSTECHNIKAI KÉPZÉS JELENE, JÖVŐJE ÉS ANNAK HELYE A
HAZAI SZAKMAI ÉLETBEN**

Dr. DARUKA Norbert¹⁹

Abstract

The demolition, construction and military tasks of the post-World War II. reconstruction efforts fundamentally shaped the future and direction of blasting techniques. Already in this period, the training in explosives engineering was designed to meet the needs of two well-defined fields. On the one hand, the needs of military demolition and, on the other hand, the needs of industrial blasting shaped the requirements for the training of explosives technicians. Over the past thirty years, a total of five cohorts have graduated and obtained the Diploma in Explosives Engineering, Diploma in Explosives Engineering²⁰ and Diploma in Explosives Engineering/Specialist. To date, this totals 50 students, with the potential to increase by another 15 students in the coming year. The need for well-trained, professionally committed young people to prove their abilities in the various fields of explosives engineering is evident from the numbers, but even more so within the professional community. The future is of particular importance in this respect, because without the right knowledge and expertise, the profession we love will slowly disappear. Preventing this has inspired this publication.

Keywords: training, explosives engineering, dedicated professional.

Összegzés

A II. világháborút követő újjáépítések bontási és építési munkálatai, valamint katonai feladatai alapvetően meghatározták a robbantástechnika jövőjét és irányait. A robbantástechnikai képzések már ebben az időszakban is két jól elhatárolt terület igényeinek megfelelően kerültek kialakításra. Egyrészt a katonai robbantástechnika, a másrészt az ipari robbantástechnika igényei formálták a robbantástechnikai szakemberek képzésének követelményeit. Az elmúlt harminc évben összesen öt évfolyam fejezte be tanulmányait és szerzett Robbantástechnikai szakmérnök, Robbanóanyag-ipari szakmérnök, illetve Robbantástechnikai szakmérnök/szakember diplomát. Napjainkig összesen ez 50 főt jelent, ami a következő évben újabb 15 fővel növekedhet. A számokból is jól látszik, de a szakmai berkeken belül még jobban szembe tűnik, hogy szükség lenne jól képzett, szakmailag elhivatott fiatalokra, akik a robbantástechnika különböző területein bizonyíthatnák rátermettségüket. A jövő ebben a tekintetben különös jelentőséggel bír, hiszen, ha nem lesz meg a megfelelő tudás és szakértelem, akkor a szeretett szakmánk lassan az enyészeté lesz. Ennek megakadályozása ihlette ezt a publikációt.

Kulcsszavak: képzés, robbantástechnika, elhivatott szakember.

BEVEZETÉS

„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,

¹⁹ 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.

²⁰ A Robbantástechnikai szakmérnök, illetve a Robbanóanyag-ipari szakmérnök megnevezésű diploma angol nyelvű fordítása teljesen megegyezik.

akkor nem a "készterméket" kell tanítanunk, hanem azt a folyamatot, amelynek során fölépül, születik a tételek, fogalmak egymást átszövő láncolata.” – Kálmán Attila²¹ átirat.

A fent említett idézet különösen fontos lehet hazánkban a robbantástechnika valamennyi szakterületén munkálkodó szakemberek számára és különösen fontos az oktatás speciális területein. A robbantástechnikai szakképzés területén is meg kell becsülni azt a magát fejleszteni akaró, tettere kész személyt, aki időt, energiát és anyagi javakat nem sajnálva vállalja a mai felsőoktatásban rejlő kihívásokat. Ahogy a publikációsorozat első részében is írtam „A robbantástechnikai képzések tekinteténem nem beszélhetünk évtizedekre visszanyúló képzésekről, folyamatosan fejlődő oktatási, továbbképzési ciklusokról, mert ez a szakterület mindig is egy szűk, de annál elhivatottabb réteget érintett.” Ebből adódóan lehetőséget kell biztosítani minden tanulni vágyónak, ki tudja, lehet, hogy egy napon ő lesz, aki az egész szakmát képviseli! Célul tűztem ki, hogy összeszedem és rendszerezem azokat az oktatási kezdeményezéseket, amelyeknek az volt a fő célkitűzése, hogy megfelelő képzettségű szakemberrel válaszoljon a kor kihívásaira. A múlt feldolgozását már megtettem²², gondolok itt azokra, akik már büszkén mondhatják magukról, hogy Robbantástechnikai szakmérnökök, illetve Robbanóanyag-ipari szakmérnökök. Ebben a publikációban a jelenleg folyó képzésre kívánok koncentrálni és kicsit előre tekinteni, hogy ennek életciklusa jelentősen hosszabb legyen, mint elődei. Bízom benne, hogy ezekkel a feltételekkel tovább tudjuk folytatni.

A robbantástechnikai képzés napjainkban

2021. szeptemberében Lukács professzor úr eredeti elképzelései szerint a Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzés immár második alkalommal sikeresen elindult.

A képzésre 18 fő regisztrálta magát, de különböző, nem a képzéssel kapcsolatos események következtében 15 fő kezdte meg tanulmányait. A hallgatók többnyire a rendvédelem területéről, lőszermentesítéssel foglalkozó cégektől, biztonságtechnikai szektorból, illetve oktatási tevékenységgel foglalkozó intézményből érkeztek. Kimondottan az ipari robbantástechnika területéről egy fő jelentkezett. A szakfelelősi teendőket a professzor úr javaslatára dr. Daruka Norbert vette át, aki Robbanóanyag-ipari szakmérnökként végzett 2016-ban. A képzés résztvevői jelenleg a III. szemeszterüket kezdi és nagyon elhivatottak. Különösen a gyakorlati foglalkozások a népszerűek, melyeken mindig teljes a létszám. Sajnos az egyetemi szabályok szerint a levelező képzés résztvevői csak péntek délután, illetve szombaton vehetnek részt a foglalkozásokon, így minden gyakorlati foglalkozás (robbantás) önerőből kerül teljesítésre, időt,

²¹ Magyar pedagógus, gimnáziumigazgató, országgyűlési képviselő, államtitkár volt.

²² Robbantástechnika I. - A robbantástechnikai képzés múltja.

energiát és persze anyagi javakat nem kímélve. Ezen szeretnénk változtatni, de a megoldást még nem találtuk meg.

Még a képzés indításakor, ahhoz kapcsolódóan két együttműködési megállapodást kötött a Bánki Kar. Az első megállapodás természetesen a Magyar Robbantástechnikai Egyesülettel, a következő a CerTrust Kft-vel jött létre, melyek nagy segítséget jelentettek a további sikeres munkához. [1] Az egyetem és az MH 1.Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezred között már korábban létrejött egy együttműködési megállapodás, egy teljesen más szempontrendszer szerint, melyet 2021-ben sikerült a Robbantástechnikai képzésre is kiterjeszteni. Ezzel a többlépcsős álló bürokratikus levelezések, kérvények és kérelmek jelentősen egyszerűsödtek. Az ezred a képzés gyakorlati foglalkozásaihoz nagy segítséget nyújtott hiszen nem csak oktatókat tudott biztosítani, de a Tűzszerész Kabinetbe és a kiképző helyekre is biztosította a belépést és a speciális tudás megszerzését, színesítését²³. [2]



1. kép Gyakorlati képzés az MH 1.HTHE Tűzszerész kabinetében²⁴

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. „A cég munkatársai, Szalay András (villamosmérnök, robbantásvezető) és dr. Zádor István (közlekedésmérnök, robbantásvezető) elméleti oktatás keretében ismertették a fémlemezek plattírozásának, robbantással történő hegesztésének

²³ Bővebben lásd: <https://bgk.uni-obuda.hu/hu/kar/cikk/2022/06/22/robbanoszerkezeteket-kerestek-robbanotesteket-talaltak>; Letöltés: 2022.07.13.

²⁴ DR. DARUKA Norbert - Robbanószerkezeteket kerestek - robbanótesteket találtak!; Óbudai Egyetem Hirmondó; 2022. június pp. 42-43. Forrás: https://uni-obuda.hu/wp-content/uploads/2022/07/hirmondo_2022_junius.pdf; Letöltés: 2022.07.13.; Fotó: SOMOGYI Krisztián.

szabályait; a fémlemezek és fémcsövek képlékeny alakításának módszereit; illetve a fém- és kerámiaporok robbantásos tömörítésének lehetőségeit. Kugyela Lóránd robbanóanyag-ipari szakmérnök, az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola doktorandusza a kétkomponensű robbanóanyagokkal kapcsolatos kutatásáról számolt be a hallgatóknak. Az elméleti oktatást a gyakorlati végrehajtás követte, ahol a vendéglátó cég robbantókamrájában végzett 5 db robbantásos alakítást tekinthettünk meg.”²⁵ [3]



2. kép A Jászfényszarui gyakorlati foglalkozás résztvevői²⁶

A szakirányú továbbképzés kezdetén még TÜV Rheinland InterCert, majd a névváltozást követően a CerTrust Kft. volt az a cég, amely a gyakorlólhelyek és robbanóanyag térítésmentes biztosításával, illetve szakállományával hozzájárult a robbanóanyag vizsgálatok és a robbanóanyag tárolás gyakorlati megismerésének. A céggel az együttműködés a jövőben is folytatódik, ami a jó kapcsolatnak és az egyetemmel kötött együttműködési megállapodásnak is köszönhető.

A Robbanószerkezetek felderítése tantárgy keretében immár második alkalommal jutottunk el a Z&Z Biztonságtechnika Kft.-hez, ahol az oktatási és minőségellenőrzési igazgató az első évfolyamnak még oktatójaként, a jelenleg is folyó képzésnek a tagjaként részletes tájékoztatást adott a cég működéséről, fejlődéséről, a magánbiztonsági szektor jelenleg felmerülő igényeiről. A gyakorlatorientált foglalkozások első helyszínén a speciális biztonsági berendezések és rendszerek forgalmazásával, telepítésével ismerkedhettek meg a hallgatók. „Az elméleti alapok megismerését követően Csomagröntgeneken gyakorolhatták a leendő szakmérnökök a robbanóanyagok és robbanószerkezetek, illetve különböző tiltott tárgyak felismerését. Nagy sikere volt a fémdetektoroknak is, melyekkel interaktív volt a megjelölt oktatási anyag

²⁵ Bővebb információ és a robbantással kapcsolatos videóanyag megtalálható: <https://www.youtube.com/watch?v=SYFJ6fZuuew>.

²⁶ Fotó: SOMOGYI Krisztián.

elsajátítása. A szakmai látogatáson lehetőségünk nyílt a robbanószerkezetek felderítését CT szimulátorral is kipróbálni és tájékoztatást kaptunk a személyek átvizsgálásáról, a Body scanner-ek alkalmazásának lehetőségeiről és a vonatkozó szabályozásról. A szakmai felderítési sajátosságokat kiemelve bepillantottunk az Impulzus generátorral működő tűzszerész röntgenek világába. A látogatás záró részeként egy oktatóprogram alkalmazásával röntgenképek elemzését hajthattuk végre, természetesen robbanószerkezetekre hangolva. A szoftveres képelemzéseket a veszélyes eszközök (fegyverek, robbanószerkezetek, robbanószerkezetek) inert változatának megismerésével zártuk.” [2]



3. kép Gyakorlás a csomagröntgeneken²⁷

Az élményszerű gyakorlati foglalkozások tekintetében kiemelten fontos szerepe volt a Detonet Kft.-nek, illetve Dr. Földesi János²⁸ tanár úrnak, aki az általa oktatott tantárgyakhoz kapcsolódóan féltucat általa tervezett és kivitelezett építményrobbantásra invitálta a hallgatókat. Terménytároló siló és kéményrobbantások színesítették a gyakorlati foglalkozásokat. *Ilyen robbantások voltak a teljesség igénye nélkül:*

- 2019. november 9-én, egy 35 méter magas, 3.2 m külső átmérőjű, nagyszilárdságú téglakémény robbantásán vettek részt Gyöngyösön a Bánki Robbantástechnikai szakmérnök szakirányú továbbképzési szak 2. éves levelező hallgatói. [3]
- A Detonet Kft. az UNILEVER Kft. Nyírbátori telephelyén bont le több, használaton kívüli építményt robbantással. Ezen belül 2020. március 4-én, egy vasbeton oszlopokon álló acélsiló robbantását tekinthették meg hallgatóink. A 108 db robbantólyukban összesen 4,5 kg robbanóanyag került elhelyezésre. Az építmény a tervezett irányban dőlt el, semmilyen kárt nem okozva a gyártelep egyéb létesítményeiben. [4]

²⁷ Fotó: SOMOGYI Krisztián.

²⁸ Nyugállományú egyetemi docens, a műszaki tudomány kandidátusa.



4. kép A képzés I. osztálya a BÉM kémény robbantásán Sajókeresztúron²⁹

- 2021. október 28-án, egy 60 méter magas, 4,0 m külső átmérőjű, nagyszilárdságú téglakémény robbantásán vettek részt Hatvanban a Bánki Robbantástechnikai szakmérnök szakirányú továbbképzési szak 1. éves levelező hallgatói. [5]



5. kép A képzés II. osztálya téglagyárkémény robbantásán Hatvanban³⁰

A képzés gyakorlatias jellegének megőrzésénél fontosnak tartom megemlíteni, hogy a Bánki Kar dr. Román Zsolt oktatónk közbenjárására, ingyenesen kapta meg a robbanási hatások építményekre gyakorolt hatását modellező ProSAir programot, az angol Cranfield University-től.

Az egyetemen folyamatosan visszajelzéseket kérnek a hallgatóktól, a képzésről, illetve az oktatókról. A Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzésen is voltak visszajelzések, melyek biztató képet adnak, így a befektetett munka megtérülni látszik:

²⁹ Bővebben lásd: <http://old.uni-obuda.hu/articles/2020/03/30/kemenyrobbantason-jartak-a-banki-szakmernoek>;
Fotó: DR. BALOGH Zsuzsanna.

³⁰ Bővebben lásd: https://uni-obuda.hu/wp-content/uploads/2021/12/hirmondo_2021_november_TELJES.pdf;
Fotó: DUDÁS József.

Hallgatói vélemények:

- „Ez volt életem legjobb egyetemi képzése, ami Nektek köszönhető! Ha mégis meggondolnátok magatokat és rá lehetne húzni még egy félévet, én beiratkozom!”
- „Megtiszteltetés volt a képzésen való részvétel számomra.”

Oktatói vélemények:

- „Nagyon lelkes, érdeklődő és figyelmes hallgatókkal volt dolgunk. Örömmel vettem részt az órákon. Ha erőm engedi a következő tankör oktatását is szívesen vállalom.”
- „Személy szerint nagyon örülnék, ha folytatódna ez a tényleg kiválóan megszervezett, felépített szakképzés. Létrehozásához csak gratulálni tudok Neked és az abban résztvevőknek.”

A robbantástechnikai képzés jövője

A jelenleg is folyó képzés tekintetében keressük azokat a lehetőségeket, melyeken keresztül gyakorlati oldalról még szélesebb körben kaphatnak ismereteket a hallgatók a robbantástechnika szerteágazó feladataiból.

Dr. Lapat Attila oktatóknak köszönhetően látogatást tehetünk a Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Szakértői Intézet Robbanóanyag Analitikai Laboratóriumában és megismerkedhetünk annak feladat rendszerével, illetve itt lesz lehetőségünk elsajátítani a „Robbantásos merényletek rekonstrukciója és felderítésének eljárásai” elnevezésű tantárgy elméleti és gyakorlati feladatait.

A lehetőségek figyelembevételével, robbantással egybekötött üzemlátogatást tervezünk egy hazai kőbányában és a tűzszerész alakulatnál is tervezünk egy szakmai látogatást, ahol a háborúból visszamaradt robbanószerkezetek megsemmisítésének folyamatát tekintenénk meg.

A képzés szakfelelőseként felvettem a kapcsolatot a madridi Improvizált robbanószerkezetek elleni védelem Kiválósági Központtal (NATO C-IED COE)³¹, ahol a bűnös szándékú robbanószerkezetek elleni védelmi megoldásokkal ismerkedhetnénk meg stratégiai és hadműveleti szinten. Hasonló célból kerestem meg a Tűzszerész Kiválósági Központot Trenčínben (NATO EOD COE)³², ahol a nemzetközi tűzszerész feladatrendszeréről kaphatnánk ismereteket stratégiai, hadműveleti és harcászati szinten is. Mindkét kiválósági központ látogatás pályázati forrásból kerülne finanszírozásra.

³¹ 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.

³² Explosive Ordnance Disposal Centre of Excellence.

Az ipari robbantástechnika oldaláról még keressük a lehetőségeket hasonló nemzetközi tapasztalatszerzés címén. Talán a nemzetközi konferenciák lehetőséget biztosítanak ennek megvalósításához.

A képzés tekintetében a III. osztály elindítása jelenleg is szervezés alatt áll, a tervezett időpont 2023. szeptembere. Jelenleg 7 fő regisztrált az egyetem online felületén és további 5 fő vár a fegyveres testületeknél, hogy a képzés bekerüljön a Képzési Katalógusukban³³, így nyílna meg a lehetőség a központi finanszírozásra. A gazdasági helyzet az egyetemi működésre és költségekre is hatással van, ami a képzési költségek emelkedéséhez fog vezetni. A képzési költségek növekedését a központi finanszírozású rendvédelmi szervezetek már betervezték, így ez nem lehet majd akadálya a beiskolázásnak. Az egyetem oldaláról a 15 fő minimális elérése lenne a cél, hogy lemorzsolódás esetén is finanszírozható legyen a képzés.

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 hallgatóink részvételére. Egy másik kutatással kapcsolatban is együttműködést kezdeményeztünk Ember István robbanóanyag-ipari szakmérnökkel, a Nemzeti Közszoigálat Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola doktoranduszával, aki „*A tűzszereész biztosítás válasszai az aszimmetrikus hadviselés kihívásaira*” kutatási témában végez kísérleti robbantásokat. A doktorandusz egyébként a képzés oktatójaként is jelentős, a modern kor kihívásainak megfelelő ismeretanyaggal [6][7][8][9] látja el a képzés résztvevőit, beleértve ebbe a 3D nyomtatás alkalmazhatóságát a speciális robbantási területeken.

Az egyetemi szabályok is folyamatosan megújulásra készítenek minket, új felületeket, új programokat kell elsajátítanunk és alkalmaznunk. Ilyen kötelezően alkalmazandó programok a NEPTUN, Diplomamunka portál, a BigBlueButton és a Moodle. A rendszerek kezeléséről és azok alkalmazásáról külön oktatás keretében gondoskodott az egyetem.

Az Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar dékánjához az elmúlt hónapban benyújtásra került egy címer tervezet, melyet a képzésben résztvevő

³³ A folyamat már elindult, vagyis minden szükséges engedély és hozzájárulás leadásra került az illetékes szervezeteknek. Az új Képzési Katalógusok október végére kiadásra kerülnek, így a következő évben induló képzések közül a Robbantástechnikai képzés is választható lesz a központi költségvetési keretek terhére.

hallgatók ötletei alapján készítettünk el. A Felnőttképzési Központ vezetőjének egyetértésével ezt a címet szeretnénk a továbbiakban alkalmazni az online és a nyomtatott felületeken is.



6. kép A Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzési szak tervezett címere

Az I. és a II. publikációban ismertetett valamennyi képzésben - mint oktató és mint hallgató -, olyan személyek vettek részt, akik jelentős mértékben előre mozdították ennek a szakmának a közmegbecsülését. Mindenki, aki ebben szerepet vállalt, akár támogatásával, tudása átadásával vagy tudásra szomjazó diákként megérdemelné, hogy a neve bekerüljön ebbe a publikációsorozatba, de félve attól, hogy bárkit is akaratlanul kifelejtene, ezt most nem teszem meg. Azonban ki kell emelnem egy olyan személyt, aki szorgalmával, szakértelmével és tettekkészségével kiérdemelte, hogy megemlékezzünk róla. Ez a személy nem más, mint Diószegi Imre³⁴ robbantástechnikai szakmérnök, aki egyedülálló módon Miskolcon hallgatóként, Veszprémben és Budapesten oktatóként vett részt a képzésekben. Fontosnak tartom azt is megemlíteni, hogy a jelenleg is folyó képzés kialakításában is jelentős szerepet vállalt, az ő javaslatainak a bedolgozásával lett végleges az oktatási tematika, illetve a tananyag. Valamennyi hallgató nevében mondhatom, hogy elismerően emlékszünk vissza az óráira, még akkor is, ha „annyi információt adott át nekünk, hogy belesápadtunk!” Ezúton is köszönjük!

Véleményem szerint a Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzéshez az országból az adott szakterületek legjobb szakembereit sikerült bevonni.

³⁴ A Magyar Robbantástechnikai Egyesület alelnöke, szakértő.

Az egyetemi oktatásban egy képzés színvonalát a kibocsátott diploma mögött rejlő tudás, és az ismeretanyag átadására képes szakemberek tudása határozza meg. A már végzett évfolyamon a 21 fő oktató közül 13 fő az oktatott tantárgyakhoz kapcsolódó tudományos fokozattal rendelkezett. Ez a szám a jelenlegi évfolyamon 2 fő doktorandusz hallgatóval bővült, ami kimagasló eredmény az egyetemen. A diploma mögött rejlő tudást pedig mi sem bizonyítja jobban, hogy a végzett hallgatók mindannyian megtalálták számításaikat a meglévő vagy az új munkahelyükön és inspirálták a jelenlegi hallgatókat a képzésre jelentkezésre, majd annak elvégzésére. Sok jelentkezőben 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 BSc³⁵ vagy MSc³⁶ diplomája mérnöki megnevezéssel került rögzítésre. Az egyetem az alábbi feljegyzést állítja ki a szakembereknek.

FELJEGYZÉS

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar jelen feljegyzéssel igazolja, hogy XY (Neptun-kód) 2023. július X-én a Karon sikeres záróvizsgát tett.

A végzett Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzési szakos hallgató a megszerzett Robbantástechnikai szakember bizonyítványával a vonatkozó tantervi előírásoknak megfelelő tanulmányi és vizsgakövetelményeket a szakdolgozat elkészítésével egyetemben teljesítette, az előírt krediteket hiánytalanul megszerezte.

A tanulmányi és vizsgakövetelmények, valamint a szakdolgozatra vonatkozó, az Óbudai Egyetem Tanulmányi Ügyrendjében és az Óbudai Egyetem Hallgatói Követelményrendszerének 1. számú melléklete (*Az Óbudai Egyetem Tanulmányi és Vizsgaszabályzata*) előírásai szerinti követelmények teljes mértékben megegyeznek a szakon végzett Robbantástechnikai szakmérnök megnevezéssel végzett hallgatóknak előírt követelményekkel.

A szakirányú továbbképzés megkezdésének feltétele egy alap- vagy mesterképzésben szerzett, illetőleg korábbi főiskolai vagy egyetemi oklevél. Ez az oklevél határozza meg a végzéskor a szakképzettség megnevezését, vagyis a végzéskor kapott „szakmérnök” vagy „szakember” megnevezés a bemeneti oklevél különbségéből adódik. Az oklevélben Robbantástechnikai szakmérnök megnevezéssel végez az a hallgató, aki főiskolai vagy egyetemi mérnöki diplomával rendelkezik, és Robbantástechnikai szakember megnevezéssel végez az a hallgató, aki nem mérnöki főiskolai vagy egyetemi diplomával rendelkezik.

1. ábra Az egyetem által kiadott feljegyzés az követelmények egyezéséről

³⁵ 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 megszerezhető diplomát BSc-diplomának vagy alapidiplomának is nevezik.

³⁶ Az MSc – Master of Science – mesterképzés számos országban, így jelenleg hazánkban is a háromosztatú felsőoktatási képzés második képzési ciklusa.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] DR. LUKÁCS László - 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.
- [2] DR. DARUKA Norbert - Robbanószerkezeteket kerestek - robbanótesteket találtak! Óbudai Egyetem Hirmondó; 2022. június pp. 42-43. Forrás: https://uni-obuda.hu/wp-content/uploads/2022/07/hirmondo_2022_junius.pdf; Letöltés: 2022.07.13.
- [3] DR. LUKÁCS László - 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.
- [4] DR. LUKÁCS László - Robbantástechnikai szakmérnökök terménytároló siló és kéményrobbantáson; Forrás: <https://bgk.uni-obuda.hu/hu/kar/cikk/2020/03/23/robbantas-technikai-szakmernokok-termenytarolo-silo-es-kemenyrobbantason>; Letöltés: 2022.07.13.
- [5] DR. DARUKA Norbert – Ismét robbantottak a szakmérnök hallgatók; Forrás: <https://puraset.hu/hu/tudastar/hirek/engineering-students-exploded-again>; Letöltés: 2022.07.13.
- [6] EMBER István – 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.
- [7] EMBER István – 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.
- [8] DR. DARUKA Norbert – Advanced tools for the explosive materials identification; Security-related Advanced Technologies in Critical Infrastructure Protection - SATCIP 2021. International scientific conference and workshop. Springer.
- [9] DR. DARUKA Norbert: Critical infrastructure protection; Security-related Advanced Technologies in Critical Infrastructure Protection - SATCIP 2021. International scientific conference and workshop. Springer.

MINERS AND WARS - UNDERGROUND MINE WARFARE FROM ANCIENT TIMES TO THE PRESENT DAY

BÁNYÁSZOK ÉS A HÁBORÚK – A FÖLDALATTI AKNAHARC AZ ÓKORTÓL NAPJAINKIG

Prof. Dr. LUKÁCS László³⁷ – Dr. BALOGH Zsuzsanna³⁸

Abstract

The first meaning of the Hungarian word "akna", the English "mine" and the Russian "муна" was the mining interpretation, whereby a shaft dug underground to extract some mineral, ore, etc. was called a mine. Mines were also made by Bronze Age man when he followed tin and copper mines underground after the surface deposits had been exhausted. The technical knowledge of making underground tunnels, shafts and shafts had therefore been available to mankind for thousands of years. At first, it was only used indirectly in warfare, through the use of minerals and ores extracted for weapons. Then, as commodity production and trade developed, the wealth of the communities involved began to grow. And the wealth of the cities and city-states that were formed was threatened by new dangers: raids on the wealth they had acquired. The easiest way to prevent this was to build walls to protect the cities. And so began the cycle between the builders of castles and fortified cities and the invaders who wanted to take them by siege. In the process, the miners who had previously been the value-adding miners were now needed in the fighting, both by those attacking the walls and by those defending them. This lecture is about this underground mine warfare, its evolution and the methods used.

Keywords: mine, urban current, underground mine warfare, countermine, tunnel warfare

Összegzés

A magyar „akna”, az angol „mine” és az orosz „муна” szó első jelentése a bányászati értelmezés volt, mely szerint a föld alá valamilyen ásvány, érc stb. kinyerése céljából mélyített járatot nevezték aknának. Már a bronzkori ember is készített aknákat, mikor az ón- és a rézteléreket a föld-felszíni lelőhelyek kimerülése után követte a föld alá. A földalatti járatok, alagutak, tárnák készítésével kapcsolatos szakmai tudás tehát már több ezer éve az emberiség birtokában volt. Ez eleinte csak áttételesen szolgálta a háborús cselekményeket, a kitermelt ásványok és ércek fegyverekhez történő felhasználása révén. Azután az árutermelés és kereskedelem fejlődésével, az ebben részes közösségek gazdagsága növekedni kezdett. A megalakuló városok, városállamok gazdagságát pedig új veszélyek fenyegették: a megszerzett javak elleni rablótámadások. Ennek elhárításának legegyszerűbb formája a városokat védő falak készítése volt. Ezzel pedig elkezdődött az a körforgás, mely a várakat, erősített városokat építők és az azokat ostrommal elfoglalni akaró támadók között zajlott. Ennek során a korábbi értéktérítő bányászokra már a harci cselekményekben is szükség lett úgy a falakat támadók, mint az azt védők részéről. Erről a földalatti aknaharcról, annak fejlődéséről és az alkalmazott módszerekről szól az előadás.

Kulcsszavak: akna, várostrom, földalatti aknaharc, ellenakna, alagútháború

BEVEZETÉS

Egyetemes történelmünkre visszatekintve – a rövid békés időszakoktól eltekintve – az a zsákmány, terület és hatalom megszerzéséért folytatott állandó fegyveres harcról szól. Csatamezőkön megütköző seregek és erősítmények elfoglalásáért, illetve megtartásáért vívott küzdelmek folytak szerte a világban, területi elhelyezkedéstől és vizsgált kortól függetlenül. A csatazajnak pedig, az ezeket a harcokat megörökítő filmművészeti alkotásokban szinte elengedhetetlen kelléke a kézi tűzfegyverek ropogása, az ágyúdörej. Pedig ezek a küzdelmek a

³⁷ A hadtudomány kandidátusa, egyetemi tanár. E-mail: lukacs.laszlo@uni-nke.hu

³⁸ Mérnök alazredes, a katonai műszaki tudományok PhD. fokozatos. E-mail: balogh.zsuzsanna@uni-nke.hu

Kr. e. 6. évezred óta „velünk vannak”, az ágyú első megjelenésére pedig a százéves háború alatt, a franciaországi Crésy mellett 1346-ban folytatott csatáig kellett várni. Az angolok ágyúinak eredményessége akkor még csak a feketelőpor keltette hatalmas füst és a robbanások dőreje miatt az ellenség soraiban keltett félelem, mint lélektani hatásban mutatkozott meg. Az első falrombolásra is hatékony ágyút 1453-ban alkalmazta II. Mehmed szultán Konstantinápoly ostrománál.

De akkor hogyan harcoltak a megerődített helyek, várak és városok ellen azt ezt megelőző időkben? Hogy foglalhatták el a kb. kettő és félhektárnyi területen fekvő, 7 méter magas és 4 m vastag falakkal, továbbá 8 méter széles, két és fél méter mély kőfalú árokkal védelmezett Jerikó városát a Kr.e. 7-6. évezredben. Hogyan vették be sorra a Neo-asszír birodalom uralkodói Mezopotámiában a terület erős falakkal védett városait a Kr.e. 9-7. századokban? Hogy harcoltak Nagy Sándor, Julius Caesar, majd a későbbi római császárok seregei a bevehetetlennek tűnő erődvárosok ellen? Mi volt a fél Európát elfoglaló török seregek „titka” a várostromok során, a már említett falbontó ágyúkon kívül?

A válasz: a földalatti aknaharc. Ez történelmünk leghosszabb időn át alkalmazott eljárása az ellenség megerődített helyeinek elfoglalására, és ennek ellentettjeként, a védők hasonló válasza, az ellenaknák alkalmazása. A ókortól a középkoron át, az újkori csatákig egyaránt találkozunk vele. Csúcspontját az I. világháború tömeges aknaharcai jelentették, az ellenség állásai alá ásott/fúrt aknák és a védők által ennek hatástalanítására készített ellenaknák révén. Mégis viszonylag keveset tudunk róla. A földalatti aknaharc történetéről, fejlődéséről nyújtunk rövid áttekintés a tanulmányban.

1. A BÁNYÁSZAT A FÖLDALATTI AKNAHARC TANÍTÓMESTERE

Nem ismert, hogy az emberiség fejlődése során őseink mikor fedezték fel azt, hogy az erdők és mezők állatai és növényei mellett más, az életüket könnyebbé, szebbé tevő dolgokat is kínál számukra a Föld. Ezzel együtt azt is tapasztalták, hogy ezeknek az ásványoknak, érceknek a megszerzéséhez az esetek legnagyobb részében be kell hatolniuk a talaj felszíne alá. A magyar akna, az angol „mine” és az orosz „мина” szó első jelentése a bányászati értelmezés volt, mely szerint a föld alá valamilyen ásvány, érc stb. kinyerése céljából mélyített járatot nevezték aknának. Már a bronzkori ember is készített aknákat, mikor az ón- és a rézteléreket a földfelszíni lelőhelyek kimerülése után követte a föld alá. Kr.e. mintegy 7000 évvel művelt földalatti rézbányát találtak az akkori Anatólia (ma Törökország) területén, de az ókori egyiptomiak is bányásztak vörösrezet és türkizt Kr.e. 3400 körül a Sínai-félszigeten, a hettiták pedig vasércet

Kr.e. 1900-1400 között. [36. p. 44.) De a réz Kínában is fontos ásványnak számított, a Kr.e. 11. században már mintegy 120 ezer tonna rezet nyertek ki egy bányából.

A rézre, később a bronzra és a vásra, mint a fegyverek készítésénél nélkülözhetetlen alapanyagokra tekintünk elsődlegesen. Kevesebbet gondolunk arra, hogy pl. az ókori Egyiptom máig álló hatalmas építményei talán meg sem születtek volna, a réz szerszámok nélkül. A II. Ramszesz által a Kr.e. a 13. században építtetett, csodálatos Abu-Simbel templomának 30 évig tartó munkálatai alatt, az azt vizsgáló kutatók szerint naponta 3 darab réz vésőt használt el egy munkás. Ugyanígy elengedhetetlen volt a fém szerszámok használata a több mint 100 piramis és a többi hatalmas templom építése során, a kövek bányászatához és kifaragásához. De nem csak az építmények talajfelszín fölötti részének elkészítése jelentett nagy munkát, hiszen pl. a Kr.e. 2600 körül, Inhotep által Dzsószer fáraó építtetett 60 m magas piramis alatt, még egy két és fél kilométer hosszú alagút rendszert is kivájtak a munkások.

A földalatti bányászatot nem csak nyersanyag források kitermelésekor alkalmazták. A törökországi Kappadókiában számtalan földalatti várost tártak fel a régészek, melyekbe a helyi lakosság menekült, az egyre gyakoribb külső támadások során. Egy 2014-es híradás egy 5000 éves ilyen város felfedezéséről írt. A térség legnagyobb és legismertebb hasonló létesítménye, a föld alatt 11 szinten elterülő, 600 bejáratral rendelkező derinkuyui földalatti város, ahol hajdan akár 20 ezer ember is lakhatott. [17]

A fenti példák mind azt bizonyítják, hogy a földalatti járatok, alagutak, tárnák készítésével kapcsolatos szakmai tudás már több ezer éve birtokunkban volt. Ez eleinte csak áttételesen szolgálta a háborús cselekményeket, a kitermelt ásványok és ércek fegyverekhez történő felhasználása révén. Aztán ahogy fejlődött a társadalom, elkezdődött az árutermelés és kereskedelem, az ebben részes közösségek úgy váltak egyre gazdagabbá. A gazdagságot azonban veszélyek fenyegették, a megszerzett javak elleni rablótámadásokat valahogy el kellett hárítani. Ennek legegyszerűbb formája a városokat védő falak készítése volt. Ezzel elkezdődött az a körforgás, mely a várakat, erősített városokat építők és az azokat ostrommal elfoglaló támadók között zajlott. És a korábbi értékteremtő bányászokra ezután már a harci cselekményekben is szükség lett úgy a falakat ostromlók, mint az azt védők részéről.

2. VÁROSTROM ÉS –VÉDELEM AZ ÓKORBAN

Az ókori város és várépítésetről Hahn István így írt könyvében. „Az osztálytársadalmak felé való fejlődésnek a föld- és nyájtulajdon kialakulásán túl, döntő lökést adott a fémek felfedezése: előbb a rézé, majd a réz és ón vagy ólom ötvözetéből készített bronzé. Az i. e. 3. évezredben, amikor a réz- és bronzöntés technikája elérte azt a fokot, hogy e fémekből fegyvereket,

szerszámokat is lehetett készíteni, a földművelés központjai áthelyeződtek a szubtropikus övezet nagy folyamainak, a Nílusnak, Tigrisnek, Eufrátesznek, Indusnak, Gangesznek, Hoanghónak természetesen öntözött, és mesterségesen még nagyobb területen öntözhető síkságaira. Itt állt rendelkezésre olyan, rendszeresen jelenlevő terméktöbblet, amely lehetővé tette a réz, ón és bronz rendszeres cseréjét. Ezeken a területeken jöttek létre az első, megerősített városok is, a legrégebb, kisebb-nagyobb területű államok központjai. [...] A saját termőterület megvédése, új termőterületek meghódítása, a fémlelőhelyek felé vezető kereskedelmi utaknak, és – amennyire lehetséges volt – maguknak a bányáknak ellenőrzése és megszerzése egyre gyakrabban adott okot háborúkra.” [20. pp.19-20]

Ezeknek a háborúknak a jellemző lefolyását William Hamblin így foglalta össze. „Míg csatákról szóló elbeszélésekkel viszonylag ritkán találkozunk a kor dokumentumaiban, addig az ostromok meglehetősen gyakoriak voltak Mezopotámiában. A mai Szíria területén elterülő korabeli Mária³⁹ archívumában részletesen tárgyalják őket, ami lehetővé teszi számunkra, hogy meglehetősen jól megértsük a mezopotámiai ostromtechnikát. Az erődítés Mezopotámiában, a mari városokban már legalább 6000-tól létezett, amikor a mai Szamara közelében lévő Tell al-Sawwant egy vastag téglafallal és egy három méter széles várárokkal erősítették meg. Az ostromművészet kétségtelenül akkor indult fejlődésnek, amikor a falépítés megkezdődött. A harmadik évezredre Mezopotámia minden nagyobb városának masszív falai voltak. A folyó völgyekbe szorosan beékelődött erődített városok nagy száma miatt a nyílt csaták helyett az ostromok váltak a hadviselés szokásos módjává. Ha valaki a csata jellemző alakját keresi a középső bronzkori Mezopotámiában, azt nem a nyílt mezőkön találja meg, hanem a hosszú, fárasztó, veszélyes ostromokban a kétségbeesett, éhes és koszos harcosok között.” [21. p. 215]

Az óbabiloni korszakból (Kr. e. 1800–1600) származó későbbi szövegek, két nagyszabású ostrom során már ostromgépek (faltörő kos és ostromtorony) alkalmazásáról is említést tesznek. Az ostromtoronyok és a hatalmas, sokszor kerekeken guruló faltörő kosok várfalig történő eljuttatását viszont akadályozták a várárok, ezért azokat az ostromlók először megpróbálták betömní. A védők ennek megakadályozására készítették az első védelmi célú földalatti aknákat, a bányászok tudására alapozva a várfal alatt alagutat ásva az árokig, és az éjszaka leple alatt ezen keresztül eltávolítva az árkot feltöltő köveket, földdel töltött kosarakat és zsákokat. A támadók tanultak a módszerből és ők – szintén bányászok segítségével – a falak alá ástak aknákat vagy azért, hogy azon keresztül a várba juttassák a katonákat, vagy pedig azért, hogy leomlasszák azokat. Ezek voltak a nem robbanó támadó aknák. A védők ezek ellen az aknák ellen saját

³⁹ Mária, a Kr. e. 2900–1759. közötti időben az Eufrátesz mellett, kereskedelmi útvonalak csomópontjában elterülő, virágzó szemita városállam.

ellenaknákkal védekeztek, melynek során most már a föld alatt is harcoltak egymással a támadók és a védők.

Magának az ostromnak a lefolyása során az következő utalások találhatók a falak alá ásott aknákra. „Az akkád és új-sumér nyelvekben van néhány véletlenszerű utalás az ostromművészetre. A szövegekben leírtak szerint a legfontosabb módszer az aláaknázás (pilshum), amikor a támadók egyszerűen átásták a vályogtégla falat. Sulgi⁴⁰ seregei a leírás szerint »kitépik a falak alapjainak tégláit«. [...] A legtöbb erődítmény Mezopotámiában kiszáritott agyag (vályog) téglákból épült, így azok aláaknázása, a falak aláásása lényegében ennek a száraz agyagnak a kiásását jelentette. Bár a falak masszívak voltak, és az aláaknázás nehézségei megnöttek, ha a védők a falakról nyilakkal és kövekkel támadták az aknászokat, de alapvetően nem jelentettek leküzdhetetlen mérnöki problémák. Elegendő emberanyag mellett lényegében csak idő kérdése volt, hogy egy támadó a falakat aláássa, rést üssön rajta, és a résen keresztül behatolva elfoglalja az erődítményt.” [21. p. 220]

Az ókori várostromok tagadhatatlanul legkiválóbb művelői az asszírok voltak. Az általuk használt vasfegyverek mellett, a történelem során először megjelenő szervezetszerű „műszaki” alakulataik is vasból készült szerszámokat használtak. Hahn így írt. „Az asszír hadsereg magas színvonalú ostromtechnikát alkalmazott. Tudomásunk szerint ők használták először a vasborítású faltörő kost, s a fából több emelet magasra épített ostromtoronyt, amelynek a védőfal magasságát meghaladó szintjéről zúdítottak nyílzáport a várvédőkre. Ostrom alkalmával az ellenséges falakat aláaknázták, az aknák támfáit meggyújtották, és ezzel beomlasztották a védő erődítményeket. Hosszadalmas várostrom esetén a város előtt megerősített tábort építettek és szükség esetén az egész várost sánccal zárták el a külvilágtól. Niszibisz ostromakor (Kr.e. 920 körül) 9 könyök⁴¹ szélességű falat és 7 sorból álló árok- és sáncrendszert építettek a hősiesen védekező város leküzdésére. Ostromtechnikájuk alapelveiben (körülzárás és roham kombinációja), valamint egyes technikai eljárásaiban (faltörő kos, ostromtorony, ostromlétra) mintájává lett a perzsa, később a hellenisztikus, római és középkori ostromművészetnek is. Az asszír birodalom virágkorában, a Kr.e. 8-7. században hadseregük jelentős része már hivatásos katonákból áll.” [20. pp. 23-25] Bár a korból viszonylag kevés írásos emlék maradt fenn, egy asszírok által végrehajtott várostromról a mai napig pontos képet kaphatunk. Ha úgy tetszik, még „fényképek” is rendelkezésre állnak Lachish Kr.e. 701-ben végrehajtott ostromáról. A várost elfoglaló Szennácherib ugyanis a ninivei palotája számára pompás domborműveket, reliefeket készíttetett

⁴⁰ Sulgi az Úr-ban uralkodó harmadik dinasztia második királya volt a sumér reneszánsz idején. 48 évig uralkodott, Kr.e. 2094-2046. körül.

⁴¹ Kb. 4.5 m.

a csatáról, melyek ma a British Múzeumban láthatók. Ezeken láthatók az asszír aknászok is, a falak alatti munka közben.⁴²

A történelem kerekeit tovább forgatva, az aknaharcot használták az ókori Egyiptomban, és I. Dareiosz perzsa király ostrom műveleteiben is. Az ókori kínai hadtudomány is foglalkozott a várak elleni aknaharccal. Szun-ce, a Kr.e 4. században még azt írja azóta klasszikussá váló könyvében „a legjobb az a hadsereg, amelyik megghiúsítja az ellenség terveit; csak ezután következik, amelyik szétzúzza az ellenség szövetségeit, majd utána, amelyik harcot vív az ellenséges sereggel, s végül az a legrosszabb, amelyik városfalakat kezd ostromolni. Városfalak ostromlásának törvénye, hogy ilyesmit csak akkor csináljunk, ha más lehetőség nincsen.” [39. pp. 209-201] Amennyire Sun-ce elutasította a városok elleni harcnak még a gondolatát is, annyira pontos és részletes leírást olvashatunk Mozi (Mo mester)⁴³ városvédelemről és a defenzív hadviselésről szóló munkájában. [39. pp. 327-372] Mozi elutasította, elítélte a támadó jellegű háborúkat, így könyvében is csak a városvédelem kérdéseivel foglalkozott, melynek keretén belül viszont, azóta is ritkán tapasztalt részletességgel foglalta össze az ellenséges aknatámadás elleni védelem szervezeti, technikai és technológiai kérdéseit.

A Távols-Keletről visszatérve Európába, a görög városállamok egymás közötti háborúiban is alkalmazták az aknaharcot (pl. Kr. e. 431-ben az Athénhoz csatlakozott Plataiai spártaiak általi ostroma során). Hogy milyen veszélyesnek is tartották a városokat védők a támadók által ásott aknát, arról a görög történetíró, Polübiosz írásában olvashatunk. V. Philipposz makedón király (Kr. e. 229–179), Prinasszosz erődjének ostromakor egy cselt alkalmazott I. Attalosz pergamoni király (Kr. e. 241–197) ellen. Földkupacokat halmozva fel a falak előtt elhitette, hogy aláaknázták a városfalakat, és ha a védők nem adják fel a várat, akkor meggyújtja a falakat alátámasztó gerendákat az aknában. A védők hittek neki és megadták magukat.

Támadó földalatti aknák segítségével foglalta el pl. Nagy Sándor (mérnöke, Diades hathatós közreműködésével) Halikarnasszoszt Kr. e. 334-ben, valamint Gázát Kr. e. 332-ben. Ugyancsak ezt a módszert alkalmazták sikeresen Julius Caesar légiói is, amikor Gaius Trebonius legátus vezetésével Kr. e. 49-ben ostrommal elfoglalták Massiliát (a mai Marseilles). [23] A földalatti aknák és ellenaknák alkalmazásával folytatott ostrom jellemző példájáról olvashatunk Jeruzsálem rómaiak általi Kr. u. 70-ben történt elfoglalásáról szóló művekben is, de a rómaiak nem csak ostromlóként, hanem ostromlottként is találkoztak a földalatti aknákkal Kr.u. 256-ban, Dura perzsa ostrománál.

⁴² https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_1849-1222-23

⁴³ Teljes nevén Mo Di, élt Kr.e. 480-390.

3. FÖDALATTI AKNAHARC A KÖZÉPKORBAN

A Nyugat-Római Birodalom bukását követő évszázadok nagy változásokat hoztak úgy Európában, mint a Közel-Keleten, vagy Ázsiában, akár a megerősített helyek létrehozásában, akár ezek ostromtechnikáját illetően. E mozgalmas korban népvándorlások, kalandozó portyázó csapatok alakították át a térképeket, keresztes hadjáratok indulnak a Szentföldre és olyan világbirodalmak jönnek létre, mint a mongoloké és az oszmánoké. Százéves háborút folytatott Franciaország és Anglia, és felemelkedőben volt a Spanyol Királyság és Portugália.

Az aknaharc döntő szerepet játszott a 195 éven át tartó keresztes háborúk során, a Szentföldön folyó várostromokban is. Később a hazatérő keresztesek európai, aknatámadással folytatott ostromokban is eredményesen alkalmazták a „nemzetközi” haderőkben megszerzett ezzel kapcsolatos tudásukat. A szentföldi háborúk során többek között Szaladin szultán 1179-ben aknákkal támadta és foglalta el a Jákob gázlójánál épült keresztény erődöt, majd 1187-ben Jeruzsálemet. Az akkor éppen muzulmán csapatok kezén lévő Akko 1191-es keresztény ostromakor viszont I. (Oroszlánszívű) Richárd angol király és a francia Fülöp Ágost alkalmazta eredményesen az aknaharcot.

A keresztesek nemcsak a Szentföldön támadtak erődítményekre aknákkal, hanem Európában is. Így foglalták el 1147-ben az akkor mórok által uralt Lisszabont (2. hadjárat), és Zára 1202-es ostromakor még az sem jelentett visszatartó erőt a velencei dózse (Enrico Dandolo) által vezetett 4. keresztes hadjáratban résztvevők számára, hogy a dalmáciai város a szintén keresztény Magyar Királysághoz tartozott, és III. Ince pápa még kiátkozással is megfenyegette a támadókat. A keresztesek ennek ellenére a falak alá aknákat ásva elfoglalták és kifosztották Zárát. Akko erődítménye végül száz évvel később került újból a mamelukok kezébe, amikor az 1291-es ostromban szintén jelentős szerepet kaptak a falak leomlasztásában az alájuk ásott aknák.⁴⁴

A 14. században gyökeresen megváltoztatta Európában is a hadviselést egy – önmagában tulajdonképpen egyszerű – anyag, mely drámai változást okoz a háborúk, a város- és várostromok megvívásában. A salétromból, kénből és faszénből előállított feketelőport Kínában fedezték fel 700 körül, de a „barbár” Keleten évszázadokig csak tűzijáték céljára használták ezt a stratégiai fontosságú találmányt. Első írott képlete szintén Kínából származik 1044-ből. A lőport 1000 körül alkalmazták először katonai célokra a Távol-Keleten, mikor a mongol Ögödej nagykan csapatai ellen a Szung Birodalom hadserege az első lőporos kézi „ágyúkat” bevetette. 1200 körül már az arabok is harcoltak a lőporral.

⁴⁴ Részletes információkat lásd Roger Crowley: Az Elátkozott torony – Akko eleste és a keresztes háborúk vége. Park Könyvkiadó, Budapest, 2020.

1453-ban két olyan, a történelem további menetére döntő hatású esemény történt, melyet egy új ostromtechnikai eszköz megjelenése okozott. A Bizánci Birodalom végleg elesett, egy másik, az Oszmán pedig világgraszoló hódításokat alapozott meg. A bukás és a felemelkedés a lőpornak és az ágyúnak volt köszönhető, a hatalmas ostromágyúk megjelenésével pedig átalakult az addig ismert erődítés- és ostromtechnika. II. Mehmed szultán mintegy 100.000 katonával⁴⁵ és 126 hajóval indult Konstantinápoly meghódítására. A város legfontosabb védelmezője a több mint 20 km hosszú hármass falrendszer volt, mely minden oldalról védte azt, és valószínűleg az addigi történelem legerősebb védelmi rendszerének számított. A nehéz ostromágyúk megérkezéséig, a szultán az ezüsbányáiról és gazdagságáról Európa-szerte híres Novo Brdo bányászai közül besorozott vájárokkal alagutakat kezdett ásatni a török árkoktól, a 250 m távolságban lévő várfalak alá. A védők azonban felkészülten várták őket, és ellenaknáikkal beomlasztották az elkészült vágatokat. A szász bányászok szakadatlanul dolgoztak tíz napon át. 14 alagutat építettek, de a védők valamennyit megsemmisítettek, ezért a szultán felhagyott a további aknaharccal. Végül 1453. május 29-én, ötvennapos hősies ellenállás után esett el a város, többek között a magyar (erdélyi) Orbán ágyúöntő mester által készített hatalmas ostromágyúk okozta pusztítás következtében.

A 16-17. századokban az ágyúk alkalmazása a várostromokban, de a várépítészetben is látványos változás okozott. A korábbi magas, de karcsú várfalakat, az alacsonyabb, de ugyanakkor vastagabb falak váltották fel, melyek egyrészt jobban ellenálltak a tűzérési támadásnak, de ugyanakkor a várfalak aláaknázását is nehezebbé tették. Az aknaharcban bekövetkezett változást egy kiváló reneszánsz művésznek köszönhetjük. A sienai Francesco di Giorgio Martini (1439-1501) egy személyben volt építész, hadmérnök, tervező, szobrász, festő, hidraulika- és ballisztikai szakértő. Tervezett gyertyatartókat és oltárképeket, féldomborműveket és római stílusú fürdőt, vagy egész katedrálist. Nevét mégsem ezekkel az alkotásaival írta be örökre a történelemkönyvekbe, hanem azzal, hogy 1495-ben a világon először alkalmazott feketelőpor tölteteket a várfalak leomlasztására, Nápoly ostromakor. A szellem ezzel kiszabadult a palackból, és az erődök elleni harc új korszaka következett be. A spanyol Pedro Navarro (1460-1528) 1503-ban három hétig ásott egy alagutat a vár alatti sziklákon keresztül a nápolyi Castello Uovo falai alá, melybe lőport helyezett. Június 26-án az akna felrobbant, elpusztítva a tanácskozóteremként használt kápolnát és megölve a város kormányzóját és tanácsát. A túlélő védők azonnal megadták magukat. Navarrónak ezután már nem volt sok alkalma az ilyen irányú szaktudását érvényesíteni, mivel valamennyi vár, amelyben hírért hallották félelmetes aknáinak,

⁴⁵ A kor krónikaiban 80.000 és 150.000 fő között említik az ostromló törökök létszámát.

harc nélkül nyitotta meg kapuit a spanyol ellenség előtt. A robbanó aknák várfalak elleni alkalmazása ezt követően egyre inkább elterjedt az ostromok során. A fa dúcolatok égetésével történő fal-omlasztáshoz képest ez sokkal gyorsabb és biztosabb eredményt hozott, amennyiben az ostromlók megfelelő ismeretekkel rendelkeztek a megfelelő mennyiségű lőpor töltet tömegének meghatározásához. Magának az aknaalagútnak az ásása pedig nem jelentett gondot, hiszen ahogy ezt már a korábbiakban is említettük, annak technikáját már évezredek óta ismerték, fejlesztették a bányászok.

A várak elleni harcban, az felemelkedő Oszmán Birodalom hadvezérei voltak azok, akik a maguk korában továbbfejlesztették az ostrom eljárásokat. „Az oszmán-török haderő lényegében azokból a határőr gázi (hitharcos) kötelékekből fejlődött ki, akik a XIII. század végétől kezdve a nyugat-anatóliai 18-25 emirátusból a bizánciak felett győzelmet arató Oszmán bég zászlaja alá sereglettek. E haderő, felhasználva a korábbi kultúrkörök hadművészeti hagyatékait és a meghódított népek erőforrásait, másfél évszázad alatt a kortársak által is gyakran emlegetett »hadseregek hadseregévé« vált.” írja Generál Tibor [18. pp. 617-661] „A soknemzetiségű hadseregben, az általánosan ismert szervezetszerű nehéz és könnyű lovasság, valamint a talán legismertebb janicsár gyalogság mellett, műszaki erőkkal is rendelkeztek. Ezek voltak a műszellemek (utászok), a jáják (utászok, árkászok) és az aknászok, a lagumdzsik.” [18. pp. 622-623] A műszaki szolgálatot a „gránátos, vagy bombardir khúmbaradzsik (petárdások) és az aknász lagumdzsik látták el, illetve a hozzájuk vezényelt segéderőket, bányászokat ők irányították. Mindkét rend az előírt napokon köteles volt geometriát (műhendisz) tanulni. A khumbaradzsik Boszniából származtak és három, egyenként 100 főből álló alajt képeztek. [...] A lagumdzsik két alajt képeztek. Az egyikhez tartozó mesterek az aknák és ellenaknák fúrását, tömését és robbantását irányították. A másik rend a hadi és tábori műszaki berendezések építésével foglalkozott. Képzésüket és gyakorlataikat a bombardirokkal együtt folytatták.” [18. p. 640] Mint egy jól szervezett és vezetett hadseregtől az elvárható, a várostromok végrehajtását is előre tervezett mozzanatok alapján hajtották végre. A török hadseregnél a várostrom sémája – körülzárás, a falak megközelítése, réslövés- és robbantás, majd a roham – Nagy Szulejmán (1494-1566) hadjáratai során alakult ki. Az apjától, Szelimtől átvett haderő jelentős tűzérsséggel rendelkezett, mely önmagában is képes volt hatékony várostromra, de a korszerű várharc eljárását jelentős részben, a magyarországi háborúk folyamán alakította ki. Nándorfehérvár (1521), Pétervárad (1526), Bécs (1529), Kőszeg (1532), Siklós (1543), Székesfehérvár (1543), Eger (1552), Szigetvár (1566) ostroma során a török csapatok aknák készítésével is rombolták a falakat. Ebben az időben még egyaránt alkalmazták úgy a fadúcos-égetéses, mint a lőpor töltet robbantásával folytatott aknaharcot. Szulejmán halálát követően az utódok, főleg a kiemelkedő

képességű nagyvezírek (Szokoli Mehmed, Szinán, Köprülü Mehmed, majd fia Köprülü Ahmed) által vezetett hadjáratok révén tartották fenn az Oszmán Birodalmat. Eger (1596), Nagyvárad (1660) és Érsekújvár (1664) vesztét is – többek között – a török aknák okozták.

A kor bemutatását az Oszmán Birodalomnak, a velenceiek által védett Kréta szigetén fekvő Kandia 1669-es elfoglalásával zárjuk. A város és az azt védő erőd elfoglalása során ott zajló hatalmas akna- és ellenakna harcokhoz hasonló méretű, az I. világháborúig nem ismétlődött meg a történelemben. „Az aknaháború méreteit érzékelteti, hogy a velenceiek 1172 aknát robbantottak fel, a törökök pedig háromszor annyit.” olvashatjuk a Népszava 1915-ben megjelent, az aknaháborúról szóló cikkében. [1] A törökök által az aknák robbantására felhasznált lőpor mennyiségét 50-170 tonna körülre becsülték. Kandia ostromában egy Arnavud-Abdi nevű, albán származású janicsár aga is részt vett. Harcolt, figyelt és tanult. A későbbi harctereken tanúsított tettei jutalmaként 1684-ben budai beglerbég lett. Mi magyarok Abdurrahmanként, az utolsó budai pasaként ismerjük. A Buda visszavételéért folytatott ostrom során folytatott aknaharcban nem a támadók, hanem a védelmet szervező egykori janicsár aga jeleskedett, aki – többek között – a kandiai ostromban szerzett tapasztalataira alapozva, kiválóan megtervezett ellenaknáival súlyos veszteségeket okozott a Szent Liga csapatainak.

Az 1633. év (bár akkor még senki sem tudott róla) egy újabb mérőöldkövet jelentett az erődítmények és az ellenük való harc fejlődésében. Franciaországban megszületett egy Sebastien le Prestre de Vauban nevű férfi, aki az egységes erődvédelem kialakításával írta be a nevét a történelembe. Hosszú pályafutása során 50 várostromot irányított és 160 erőd tervét dolgozta ki. Az általa kialakított erődépítési és -ostromlási módszer elterjedt egész Európában, és azt kisebb módosításokkal több mint száz évig alkalmazták. És mivel pontosan tudta, hogy melyek az erődítmények gyenge pontjai, gyökeresen megreformálta az ellenük való harcot is. A könyvében elsőként írt az aknaharccal kapcsolatban olyan tudományos megalapozottságú robbantási szabályokról, melyeket még a 19. században is alkalmaztak. [40]. Művében elsőként rögzítette az aknaharc szakterminológiáját, elvégezte az aknák rendeltetés szerinti felosztását, rögzítve jellemzőiket. Szintén elsőként dolgozta ki a feketelőpor töltet számításának metodikáját, a várható határfok alapján. Benedek Dénes bányamérnök az 1961-ben megjelent cikkében [7. pp. 755-763] ezt írta erről. „A robbantás első elméleti alapra felépített klasszikus képletét 260 évvel ezelőtt Vauban francia hadmérnök állította fel. Felismerte, hogy a robbanóanyag töltet nagysága a legkisebb ellenállás vonalától és a fajlagos robbanóanyag fogyasztástól függ. Képlete még ma is használatban van, s nem szenvedett lényeges változást.” [7. p. 756] Vauban a töltetek könnyebb meghatározásához egy táblázatot is készített, mely alapján az 1,8–12,2 m mélységben

kialakított aknakamrákban elhelyezendő feketelőpor tömege elérhette akár a 2300 kg-ot is. A Vauban által alkalmazott ostromtechnika alkalmazása rengeteg földmunkával járt. Ehhez „Vauban a szerszámokat is precízen készítette elő, hogy alkalmazhatók legyenek mindenféle földtípushoz. Rajzokat készített, és standardizálta a szerszámokat a jövő számára.” [26. p. 61] Az aknák készítése során nagy veszteségei voltak az azt kiásó csapatoknak. „Amikor XIV. Lajos király vizsgálta a harcokban elesett különböző fegyvernemek halottait, rádöbben, hogy a halott műszaki katonák létszáma feltűnően magas. Éppen ezért azonnal megbízta Vaubant, hogy tanulmányozza az eseteket, és valamilyen védőfelszereléssel lássa el katonáit. Vauban javaslatára a műszaki katonákat ellátták nehéz páncélzatú mellénnyel és páncélozott sisakkal. Ez műszaki szimbólummá vált, s több mint 200 éve, egészen pontosan 1775 óta a francia műszakiak a ruházatuk minden egyes gombján ezt az emblémát viselik.” [22. p. 141]

Vauban tábornagy halála után utódja, Belidor⁴⁶ tovább tökéletesítette az aknaharcot, amennyiben a löporos aknák használatára a gyakorlati tapasztalatokból merített elméleti tantételeket állapított meg. Az 1669-es, fent bemutatott kandiai ostrom „arra indította XIV. Lajos francia királyt, hogy Maintenon táborában, 1679-ben, felállította az első aknász századot, melynek élére Goulon-t rendelte. Rövid idő múlva még 3 századot szerveztek, melyek parancsnokai Esprit, Megrigny és Delorme voltak. [...] A szervezett aknász századokkal egyidejűleg felállított szakiskolák mindenekelőtt a robbantó elméleteket fejlesztették; Megrigny⁴⁷ pl. már 1686-ben végezte első robbantásos kísérleteit, melyeknek valószínűleg hármas célja lehetett:

- a normális töltés meghatározása;
- a kirobbantott tölcsér alakjának kipuhatolása;
- annak beigazolása, hogy egyenlő oldalú tölcséraknák töltései úgy viszonylanak egymáshoz, mint a kiröpített testek köbtartalmai.” [34. p. 171]

Amennyire a bányászok szakmai tudása révén kezdődött a földalatti aknaharc több évezredes története, a löporos aknák alkalmazása olyan későn érkezett vissza a bányászatba. A feketelőpor első ipari felhasználására csak 1627-ben került sor Selmecebányán (Szélakna, Felső Bíber-táró), Weindl Gáspár tiroli bányamester híres robbantásánál. Az ötlet egyébként a bánya

⁴⁶ Bernard Forest de Belidor (1697–1761) francia hadmérnök, matematikus, a modern aknaharc megteremtője. Tanított a francia tüzérségi iskolában, majd több hadjáratban is részt vett. Alezredes, ezredes, majd dandárparancsnok és az utászok főfelügyelője.

⁴⁷ Jean de Megrigny (1631–1720) hadmérnök, altábornagy, Vauban barátja. 1673-ban létrehozta az ostromhadviselésre, különösen a földalatti hadviselésre, valamint a tárnák építésére és karbantartására kiképzett aknászokból álló századot. Ő volt a szerzője és irányítója annak az ellenaknákból álló hálózatnak, amely átszeli Tournai fellegvárának földalatti tereit. Egyes irodalmakban Mesgrigny néven szerepel.

egyik résztulajdonosától, Montecuccoli bárótól származott, aki a nagy hadvezér rokonaként, a várfalak aláaknázásának tapasztalatait javasolta átültetni a bányászati gyakorlatba.

4. AKNAHARC A 18-19. SZÁZADOKBAN

A 18. és a 19. század az aknaharc szempontjából nagyon érdekes képet mutat. A 18. század elején – többek között Vauban és tanítványai munkássága révén – az erődök egyre ellenállóbbá váltak úgy a tüzérségi, mint az aknatámadások ellen. Aztán a napóleoni háborúk döntően a hatalmas hadseregek által a csatamezőkön vívott küzdelemben dőltek el, tüzérségi párbajokban, lovas- és gyalogsági szuronyrohamokban.

Az 1800-as években újból megjelenik a várak ostroma és vele együtt az aknaharc is. Vauban robbantástechnikai munkásságának eredményeit is tovább fejlesztették. A kutatásokban kiemelt jelentőségű volt a 18. század legkiválóbb aknászának tartott Belidornak azon felfedezése, hogy „minden robbantó töltés bizonyos nyomási gömböt létesít”. Újabb előrelépést jelentett 1805-ben Lebrun, a szintén francia aknász tiszt, aki Megrigny 1686-os kísérleti eredményeit is felhasználva felállította töltési képletét, mely szerint két hasonló repesztő kúphoz tartozó töltések úgy viszonylanak egymáshoz, mint e kúpok köbtartalmai. Így született meg Lebrun képlete, melyben a robbanóanyag tömege egyenlő a töltési együttható és az ellenállási vonal harmadik hatványának szorzatával.[19] Eduard Ržiha cs. kir. hadmérnökkari százados 1866-ban megjelent könyvében [31] viszont nem tartotta fontosnak a kirobbantott tölcser alakját, mely nézetét más kutatók cáfolták. Lebrun elméletét fejlesztette tovább 1871–1873 között a Linzben végrehajtott kísérleti falrobbantásai során az Osztrák-Magyar Hadügyi Bizottság, mely azt állapította meg, hogy „különböző fűrőlyukak töltései úgy viszonylanak egymáshoz, mint a megfelelő romboló övek félátmérőinek (repesztő sugarak) harmadik hatványai”. A képletet Julius Vogl őrnagy⁴⁸ finomította tovább 1874-ben, bevezetve a számításba a töltet hatásmutató ma is alkalmazott értékét, mely a rombolási sugár és a legkisebb ellenállási vonal hányadosa, és az alábbi tényezőktől függ: a talaj fajtájától és állapotától; az alkalmazott robbanóanyag fajtájától, tulajdonságaitól és a fojtástól.

⁴⁸ Julius Vogl (1831–1900) osztrák műszaki tiszt. 1849–1859 között Olaszországban kezdte katonai szolgálatát az 5. műszaki zászlóalj aknász részlegében. Az 1859-es olaszországi hadjáratban tanúsított kiváló magatartásáért századossá léptették elő. 1871-től részt vett az Osztrák-Magyar Hadügyi Bizottság, 2. Műszaki osztályának tisztjeként az erődítési robbantási kísérletekben. 1881-től a 8. gyalogshadosztály műszaki főnöke Innsbruckban, majd 1883-tól a 14. hadtest műszaki főnöke és a tiroli erődítések építési igazgatója. Ebben a minőségében 1885-ben vezérőrnaggyá, 1890-ben pedig altábornaggyá lépett elő. Az olasz határon lévő erődítmények építésében meghatározó szerepet játszott 1884-től a század végéig. Az erődítmények tervezésénél már páncélozott elemeket használt Karintiában és Tirolban. Ez idő alatt segítette a Skoda céget a páncélozott erődítmények gyártásában, a drága németországi Gruson cég páncélzatának alternatívájaként.

Hogy az akkori katonai vezetők mekkora jelentőséget tulajdonítottak a váraknak, azt mi sem bizonyítja jobban, mint az erődök fejlődésének utolsó képviselőiként megjelenő, a Monostori erőd-együtteshez hasonló komplexumok építése, melyek azonban mire elkészültek – a haditechnika gyors fejlődésének köszönhetően – már elavulttá is váltak. A tüzérség hatalmas fejlődésen ment keresztül. Az ágyúgolyókat felváltotta a hengeres alakú robbanó lövedék. 1855-ben megjelent a huzagolt cső, melynek hatására az 1850-es években még csak 4–5 km-es lőtávolság, 1880-ra 8–10 km-re nőtt. Növekedett az űrméret is: megjelentek az akár 300–400 mm űrméretű ágyúk, mozsarak. A füstnélküli, nitroglicerinnal bázisú lőpor (Vielleville – 1884; Nobel – 1888; Abel és Dewar – 1889) a 19. század végére a korábban elképzelhetetlennek tartott, 15–18 km-re is képes volt elröpíteni a lövedékeket.

Arday Géza az alábbi összefoglalását adta a kor aknaharcának 1910-ben megjelent könyvében. „A napóleoni hadjáratok oly példákban, amelyek az aknaharcokra vonatkoznak, aránylag szegények: amit viszont abban kell keresnünk, hogy az akkori harcászati nézeteknek megfelelően a döntést inkább a nyílt harcmezőn keresték és a megerősített helyek nagyobb szabású ostromlásai csak gyéren fordulhattak elő.

Ellenben az 1828/29-ben lefolyt orosz–török háború, már lényeges eredményeket tud fölmutatni az aknaharcra vonatkozólag. Így Szilisztria várát aknáknak segítségével vették be. Az aknaharcok legnagyobb példájának mondható Szevasztopol ostroma (1854/55-ben), ahol ugyan az elért sikerekhez hozzájárult számos egyéb mellékkörülmény is.

Az 1864-iki dán háborúban valamint az 1870/71-iki porosz–francia háborúban aknaharcok nem fordultak elő, annak dacára, hogy az utóbbiban a német számos erődöt ostromolt és elfoglalt.”[4. p. 412.]

A krími háborúban, a szövetséges török, francia és angol csapatok által ostromolt Szevasztopolnál folyt aknaharcról emlékezzünk meg külön is. Miután világossá vált, hogy csupán tüzérségi tüzzel és gyalogos rohamokkal nem tudják bevenni az erődítményt, a szövetségesek aknaháborúba kezdtek. A védelmi rendszert szervező Eduard Ivanovich Totleben utászai ellenaknákat készítettek. Szevasztopol ostroma és védelme a földalatti aknaháború egyik legkiválóbb példájaként került be a hadtörténelembe. A hét hónapig tartó aknaháború során a támadók földalatti aknafolyosója összesen 1290 méter hosszú volt, a védőké pedig 8692 métert tett ki. A szövetségesek 121 robbanást hajtottak végre 5551 fontnyi (2518 kg) lőpor felhasználásával. Az ellenaknákhöz a kevesebb orosz robbantás során 761 font (345 kg) lőport használtak. Csak a 4. bástyán végzett műveletek során 83 orosz és 107 ellenséges robbanást hajtottak végre. Az ostrom nagy részében tüzerként szolgált és harcolt a 4. bástyán (mely Totleben egyik állása volt) egy Tolsztoj nevű fiatal tiszt. A később világhírűvé vált író itt szerzett

élményeit az orosz katonák hősiességéről, Szevasztopoli elbeszélések című kötetében olvashatjuk. A védelem oszlopáról azt írta: „Itt Szevasztopolban Totleben két év alatt alezredesből tábornok lett”.

5. AKNAHARC A 20. SZÁZADBAN

A 19. század végére a nagy mennyiségű harcanyag és élőerő, nagy távolságban történő szállítására képes vasutak megjelenésével, az Európában zajló háborúk jellege egyre inkább átalakult. Az 1870–1871-es német-francia háborúban a német Moltke tábornok a vasútra alapozta a gyors mozgósítást és a szervezett hadászati felvonulást. A haditechnika fejlődése (huzagolt csövű gyalogsági ismétlőfegyverek, füstnélküli lőpor, tüzérségi löszerek és ágyúk stb.) más tekintetben is átalakította a háborúk jellegét. Ezek alapján akkor egyértelműnek látszott, hogy az erődök, az erődharc, és ezzel együtt a földalatti aknaharc korának vége szakadt. Ha Napóleon a saját korában, a hadviselés megújításával ezt egy időre elérhette, akkor a még újabb körülmények – legalább is akkor így gondolták – ezt egyértelművé teszik...

A történelem pedig – mint már korábban is annyiszor – bebizonyította, hogy a logikusnak tűnő gondolatok, a valóságban egész másképpen alakulnak. A tanulópenzt pedig megint csak a csatákban elesett tömegek vérével fizetteti meg. A 20. század elején, a Távol-Keleten egy japán tábornok a saját és a csapatai kárán tapasztalta meg, hogy a tüzérségi tűz és a hatalmas, újból és újból megindított gyalogsági rohamok mit sem érnek egy, mégoly gyengén kiépített erőd ellen is. Aztán egész Európa döbbszent rá arra, hogy bármilyen modern tüzfegyvereink is vannak, a kialakuló álló háború évekig tartó borzalmait végül is csak a föld alatt lehetett kimozdítani tetszhalott állapotából – még nagyobb borzalmak árán.

A Nogi tábornok által vezetett japán erők 1904. július 31-én kezdték meg Port-Arthur erődjének ostromát. A tüzérségi támadások eredménytelenek voltak, akárcsak a hatalmas veszteségekkel járó gyalogsági szuronyrohamok. A japánok végül az október 30-án végrehajtott sokadik eredménytelen rohamot követően kezdték meg az aknaharcot az erőd ellen, mely végül eldöntötte az ostromot. Az öthónapos ostrom lesújtó eredménye: az eredeti 47 ezres orosz helyőrségből körülbelül 40 ezer maradt életben. A japán veszteségek ennek a többszörösére rúgtak: Nogi tábornok 64 ezer emberét – köztük két fiát – veszítette el a hadjárat alatt.

A Port Arthurnál folyó ostromnak volt még egy különlegessége: az első olyan háború volt, melyről a helyszínen lévő újságírók folyamatosan küldtek tudósításokat, melyek aztán megjelentek a világon szinte mindenhol a lapokban. 1904 novemberében a Budapesti Hírlap az alábbiakat írta. „A legveszedelmesebb fegyverek egyikének bizonyult Port-Arthur ostrománál az akna, a mellyel pedig az európai hadseregeknél már abszolúte nem számolnak. A mineur-

csapatokat már csaknem mindenütt föloszlatták, s csak az utászok foglalkoznak mellesleg akna-építéssel. Az oroszok azonban mindig nagy gondot fordítottak az aknaharcra, s Port-Arthur ostrománál több ízben hasznát is vették. [...] A megfelelő műszaki csapatok hiányát is ugyan érezhették a japánok. Műszaki csapataikat annak idején német mintára szervezték, a vár ostromára tehát nem voltak úgy berendezkedve, mintha például a franciákat vették volna a műszaki csapatok szervezésénél mintául.” [30] Az újságcikk azonban ennél érdekesebb megállapításra is jutott, melynek igazát az I. világháborúban harcoló magyar katonák tapasztalták meg, a hatalmas veszteségeik által. „Az 1870/71-iki francia-német háborúban a németek nem törődtek csak azokkal a várakkal, a melyek hadműveleti vonaluk mentén voltak. A francia-német háború még mindig tanulmányozás tárgya s az ott szerzett tapasztalatok még mindig szabályok, a melyeket a modern államok követni iparkodnak. Azért a közép európai államokban nem vetnek nagy súlyt a várakra. [...] A műszaki csapatokat is újjászervezték 1880 óta a német birodalomban, csak utászok vannak, a többi műszaki csapatokat megszüntették. Mi, a kik vakon utánozzuk a németeket s azért egy lépéssel mindig mögöttük vagyunk, szintén átalakítottuk hadmérnöki ezredeinket utász-csapatokká, a melyeknek főhivatása az útépítés és hídverés s csak azután mellékesen az erődítések építése s jókarban tartása. A német, magyar és az osztrák szakembereket ezért természetesen meglepte Port-Artur ostroma.” [30]

Ha 1904-ben ilyen váratlan esemény volt a katonai vezetés részére egy erődítmény ostroma során alkalmazandó földalatti aknaharc, akkor mennyire volt felkészülve a magyar hadsereg, a világháborúban végrehajtandó ilyen feladatokra? Jacobi Ágost, a háborúban harcoló műszaki katonáknak emléket állító könyvének [24] bevezetőjében erről a következőket írta. „1917. december 15-én, a háború elég kritikus stádiumában, rossz és tájékozatlan tanácsadókra hallgatva, az utászokat és árkászokat úgy szervezték át, hogy egyesített árkász- (Sappeur) csapatot létesítettek. Eltekintve attól, hogy ezzel a céltalan, csak zavart és elkedvetlenedést okozó átszervezéssel a csapathagyományokat figyelmen kívül hagyták, sőt megsértették, egy olyan műszaki csapattípust állítottak fel, amelynek parancsnokát, mielőtt századával valami műszaki beosztást nyert, mindig meg kellett kérdezni: »mi voltál azelőtt, utász-e vagy árkász?«” [24. p. 2]

„Az olasz háború a magyar utászt az eddig neki ismeretlen sziklavilágba szólította, ahol új föladatak vártak rá. Következett az állások sziklába való robbantásának, alagutaknak, kavernáknak és aknaharcoknak ideje. És megkezdődtek a harcok az örök hó birodalmában. Tizenegy Isonzo-csatában több mint két éven át verejtékeztek, szenvedtek, ontották vérüket derék utászaik és árkászaik, de tudásuk és lankadatlan buzgalmuk bevehetetlenné is varázsolta a gyalogosok által hőiesen védett állásokat. Görz, Oslavija, Doberdo, San Martino. Monte San

Michele, Monte Sabotino, Tolmein, Krn stb. mind olyan nevek, amelyek a műszaki csapatok kötelességtudásáról és hősiességéről tanúskodnak. És amíg az Isonzo-csatákban dül a gigantikus küzdelem, addig a svájci határtól egészen az Isonzo felső folyásáig, égis éró havasok bércein tevékenykedett, alkotott a műszaki tudás, leleményesség, szorgalom és bátorság. 1918. október 24-én kezdődik az olaszok általános támadása, amely, egyéb okok mellett, hadseregünk összeomlásához vezet, de még egy végső alkalmat ad az egységesített árkászoknak régi jelszavunk igazságának bebizonyítására: »Támadásban az elsők – visszavonulásban az utolsók!« [24. p. 7]

„És ami a vízen az erőszakos átkelés volt, azt jelentette szárazföldön az aknaharc. Mélyen a föld alatt, fojtott levegőjű, csak bújva járható folyosókban egy láthatatlan ellenség ellen harcolni, pusztító robbantásait megelőzve saját támadó aknával állásait felrobbantani és a támadó csapatok élén a keletkezett tölcseért megszállni – ez volt a derék árkászok háborús nagy mesterségének legkiválóbbja.

Ha a környéket uraló sziklafészek, vagy kiugró és oldalról pásztázó állás ellen minden támadási lehetőség megszűnt, ha az elesett vitézek sokasága ezt a képtelenséget szemmel láthatólag bebizonyította, akkor mint ultima ráció kezdődött az árkász vagy az utász idegölő aknaharca. Az akna irányának megállapítása, bemérése és kitűzése után megindult a fűrógépek szüntelen kopogása, a fűrólyukak töltése és robbantása, a szellőző gépek bűgő zaja. Egyre mélyebben és mélyebben hatolt gép és ember a sziklába, míg csak hirtelen egy szokatlan halk kopogás nem állította meg a lázas munkában. Itt az ellenség! Egyszer szemben vagy oldalt, máskor alant vagy fent lehet ezeket a barátságtalan, veszélyt hirdető kopogásokat hallani – egész halkán eleinte, de a felkorbácsolt idegek, a felcsigázott képzelet már az ellenakna töltését és az eltorlaszolási munkákat is hallani véli. Figyelő őrszemek igyekeznek gyakorolt füllel az irányt és a távolságot megállapítani. Tisztek és altisztek műszerrel ellenőrzik az adatokat és megkísérelik, hogy az ellenség aknatevékenységéről helyes képet alkossanak. De határozni kell, gyorsan dönteni, hogy ellenaknával nekimenjünk-e az ellenségnek és igyekszünk az ő támadóaknáját berobbantani, vagy ideiglenesen kitérünk a főirányból és mellékaknákkal próbáljuk őt félrevezetni. Mindenesetre nehéz az ellenség gondolatát, szándékát eltalálni, nehéz helyesen következtetni. És így az aknaharc abba a stádiumba kerül, ahol az aknafolyosóban dolgozó árkászok minden pillanatban a levegőbe repülhetnek.

Mily nagy lelkiemelő, mily elszántság és önfeláldozási készség szükséges ilyen idegölő helyzetben, mily igazi csodálatraméltó hős az, aki a föld mélyén a talpa alatt érezve az ellenséges aknász fűróját, tudva, mi vár reá minden pillanatban, mégis rendületlenül végzi kötelességét!

Számtalan, az utolsó pillanatig kötelességét végző árkászt és utászt eltemettek a berobbantott ellenaknának kő- és földtömegei – mélyen a föld alatt alusszák örök álmukat és még egy kis fakereszt sem jelezheti sírjukat, amely fölött a sziklák hatalmas tömegei örökké összecsukódtak.” [24. p. 11]

A nagy háború magyar haderejének aknaharcra való technikai felkészületlenségéről Altoray Szaniszló, a világháborúban a kőfűró tan- és pótzászlóalj parancsnoka ezt írta Jacobi könyvében. [2. pp. 325-330]

„A katonai iskolákban, a harcászatban és a katonai földrajzban valamikor azt tanultuk, hogy a mocsarakban és magas hegységekben harcolni nem lehet. E tan is tévesnek bizonyult, mert harcoltunk a jó Isten közvetlen közelében, 3000-4000 méter magas háborította sziklákon, harcoltunk mocsarakban, vízen és víz alatt, a levegőben és mindenütt, ahova a parancs és szükség bennünket állított. És ki gondolta volna, hogy sziklafűró csapatokra és gépi szerelvényekre is lesz valamikor szükségünk, ki gondolta volna, hogy több mint 30.000 ember és közel 500 kőfűró szerelvény töri majd a kemény sziklákat Flandriától a Szent Földig, a Kárpátoktól és Alpeseiktől a görög és albán tengerig, hogy életet jelentő óvóhelyeket teremtsen a hősieken küzdő gyalogos vitézeknek. [...] De különösen az olasz hadüzenet után a karsztos és sziklás terepen folyó háború szorgalmazta a kőfűró alakulatok minél gyorsabb megszervezését és felállítását. 1915-16 telén, az isonzói fronton már közel 100.000 kézi kőfűró készlet volt használatban. Kézi eszközökkel a munka mégis csak lassan haladt és igen fáradtságos volt és ezért mind hangosabb lett a front követelése gépi berendezések után. A harcoló gyalogos- és műszaki csapatok sürgető igényléseinek eleget téve alakult meg 1915 őszén Bécsben a műszaki katonai bizottság kötelékében a kőfűró tanoszt, mely eredetileg 1 tényleges tisztből, 14 tartalékos tisztből, 4 mérnökből és kb. 140 fő legénységből állott. Ez az alakulat gyűjtötte össze a hátszág bányavidékein lévő és valahogy csak nélkülözhető, vagy gyárakban és kereskedőknél raktáron levő kőfűró célokra szerkesztett alkalmas gépeket, felállította a szintén sürgősen összetoborzott szakszemélyzettel (gépészek, bányászok stb.) az első kőfűró osztagokat, melyek 1916-ban kora tavasszal először érkeztek a frontra. [...] Ez időben kb. 30 alakulat működött a fronton, illetve volt menetkészen, de ezzel szemben a front igénylése már a tízszeresére, azaz 300 alakulatra szólt. [...] A készlet gyorsan kifogyott gépekben is, mert a volt Monarchiában alig volt gyár, amely ily gépek előállításával foglalkozott; kiderült az is, hogy a békebeli, bányauzemek részére készült nagy gépek a szállítási és felállítási nehézségek miatt a harctéren nem felelnek meg. Tehát könnyebb súlyú és a harctéri követelményeknek megfelelő gépeket kellett tervezni és azoknak tömeges gyártását a hátszágban megszervezni. [...] Megszerkesztettük az új, egyre tökéletesebb típusokat, kipróbáltuk azokat s megszerveztük az

egységeket. Ezzel párhuzamosan megindult a kiképzés és a kiképzés anyagának összeállítása: leírások, tankönyvek, utasítások szerkesztése, továbbá kísérleti helyek és gyakorlóterek berendezése. A szakképzett személyzet pótlási forrása nemsokára elapadt, mivel sok volt a veszteség és a különböző bányáknak az eleinte besorozott törzsszemélyzetét vissza kellett adni, mert hiszen az érc- és szénbányászatra fontos és hatalmasan megnövekedett feladat hárult. Ezért új kőfűró szakembereket kellett kiképezni (gépészek, dinamókezelők, vájárok és robbantómesterek). A havi szükséglet kiképzett emberekben felszökik ezer főre. Csaknem naponta mennek újonnan felállított alakulatok, állandóan érkeznek összelőtt szakaszok maradványai és hosszú sorai az elromlott, elhasznált gépeknek. [...] A kőfűró tan- és pótzászlóalj állomány nyilvántartásában a háború végén volt: 3 tényleges műszaki tiszt, 140 tartalékos és népfelkelő tiszt, 40 mérnök és kb. 32.000 fő (műmester, altiszt és legénység). És ez a 32.000 ember – zömük magyar – dolgozott hangyaszorgalommal, önfeláldozóan és kötelességtudóan a flandriai és francia fronton, az olasz Karsztban, a Dolomitok és Déltirol havasain, Erdélyország határbercein, Montenegróban, Albániában, a görög határon, Bulgáriában, a Dardanellákban, Mezopotámiában. [...] Egy 1918-ban készült statisztika a kőfűró alakulatok működési helyét a következőkben mutatja ki: 65% az olasz fronton, 15% a szerb-albán-bolgár fronton, 12% az oláh-orosz fronton, 8% Törökországban és a francia fronton. Ahol csak kopár hegyek emelkednek, ahol sziklás terepek húzódnak és amiatt a gyalogos harcos százszorosan szenved, ott találjuk a fáradhatatlanul dolgozó kőfűróosztásokat is. Itt lövészárkok kirobantása, összekötő és futó árkok kimélyítése, ott óvóhelyek (kavernák), alagutak, aknatárnák és aknautak robbantással való kivájása, a vízellátáshoz szükséges kutak fűrése, sziklás talajban természetes barlangok feltárása és bontása harcászati célokra, utak robbantása mind olyan verejtékes munkák, amelyek nélkül megáll az élet. Nehéz, áldozatos munkák, különösen az olasz harctéren, ahol az állások gyakran egész közel húzódnak egymáshoz és az ellenség fölényes kőfűró felszerelés birtokában lévén, annak teljes fontosságát ismerve, mindenkor törekszik munkánkat megzavarni, illetve alakulatunkat megsemmisíteni. [...] Az állásokban a fűrési munka többnyire csak éjjel lehetséges, ami kétszeresen fáradtságos, mert a nappali pihenés alatt – amennyiben ilyenről az első vonalban beszélni lehet – a gépek karbantartását, javítását és anyagi ellátását is el kell végezni. [...] Hasonló erőpróbát, hasonló véráldozatokat kíván a kőfűró árkásztól az aknaharc is, ahol a halál minden oldalról leselkedik rá és a földalatti kemény és idegölő munka az emberek áldozatkészségét és bátorságát a legerősebb próbára teszi. [...] De emlékezzünk meg végül a magyar iparról és a magyar gyárakról, melyeknek mérnökei és munkásai nagy leleményességgel és pontos munkával tették a tervek megvalósítását lehetővé. 67 különböző magyar, osztrák és német gyár gyártotta a különböző gépeket, illetve motorokat és ahány gyár,

annyiféle került a kőfűrő osztagok felszerelésébe. A magyar gyárak közül említendők: Ganz-Danubius, Első Magyar Gazdasági Gépgyár, MÁVAG., Szombathelyi Gépgyár, Rába, Hofherr-Schrantz, Siemens-Schuckert, Teudloff-Dietrich, Ganz és Tsa., Martos és Hercz, Ajax és Fonó Miklós.” [2]

Az aknaharc természetesen a háború egyéb színterein is hasonló méretekben folyt. Terjedelmi okok miatt ezek részleteire nem tudunk kitérni, csak néhány adattal érzékeltetjük nagyságukat. A Nyugati fronton, a vonalak megmerevedését követően az állóháború megtörésére az angol-francia szövetséges erők többször is alagutat ástak az ellenség vonalai alá, 40 vagy még több tonna dinamitot, melinitet és pyroxilint elhelyezve bennük.

Az egyik legjelentősebb ilyen jellegű tevékenység a messinesi magaslat elleni támadáshoz kötődik, ahol az angol, kanadai, ausztrál, új-zélandi műszaki alakulatok – 18 hónapos munkával, közel 8 km-es alagutat ásva a német vonalak alá – 22 db töltetet készítettek elő robbantáshoz, közel 500 t robbanóanyag felhasználásával. A támadás hajnalán felrobbantott 19 töltet 10.000 német katona halálát okozta.⁴⁹ Schmoll Endre az alábbi részletekről számol be a robbantásokkal kapcsolatban. „1917. június 7-én 3 h 10 perckor [...] az angolok egyszerre robbantották aknáikat (19 drb. 25 km-nyi területen). A hatás megdöbbentő volt. Egyetlen tölcsérből 50.000 m³ föld vettetett ki. (Tölcsérek átmérője 60-80, 90-100 m, mélységük 15-18, 30-40 m. A 19 tölcsérből összesen mintegy 1.625.000 t, vagyis 960.000 m³ föld vettetett ki.)” [35. p. 90] Ugyanebben a könyvben olvashatjuk, az I. világháborús aknaharcok alapján levon következtetését. „Az aknaharc eredménye [...] kizárólag lokális kihatású lévén, csak korlátozott célú betörések eszköze lehet. Áttöréshez, azaz döntő eredményre, a legnagyobb szabású aknatámadás sem vezethet.” [35. p. 75]

Az I. világháborút lezáró békeszerződés a magyar hadseregére bénító hatású volt. Igaz volt ez a műszaki csapatokra is. Az újjászerveződő önálló hadseregben a katonai robbantástechnika is hatalmas változáson ment át. Az I. világháború aknaharcaiba küldött katonák nem rendelkeztek megfelelő szabályzatokkal a föld- és sziklás kőzetek robbantásáról és az aknaharcról. Elsődlegesen lovas utász alakulatok részére készült, vasutak, vasúti hidak robbantásával foglalkozó szabályzatokat találunk az archív könyvtárakban. [42] [43] Ennek mintegy önkritikájának is tekinthető az 1927-ben, a *Műszaki Szemlében* olvasható Nagy Gábor által írt „Központosított akna hatásának számítása tölcsérképzés esetében és az aknaharcban” című háromrészes tanulmány. [29] Egyetlen apró hibája talán az volt, hogy kb. tíz évet késett, mivel a

⁴⁹ Forrás: Customs and traditions of the Canadian Military Engineers. Url: http://www.ibet.asttbc.org/redbook/CME_Customs_e.pdf, 2014.03.29

felhasznált forrásmunka Johann Jelen őrnagy, k.u.k utásztiszt 1917-ben Bécsben megjelent német nyelvű tanulmánya volt. [25] Ebben végre tudományos igényű számítások találhatók a talajok és sziklás kőzetek robbantásáról, de a földalatti aknaharc során alkalmazandó robbantási szabályokról is. Az anyagban foglalt ismeretek aztán megjelentek az 1928-as *E.-34. Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára – Robbantások I. rész* [44] szabályzatban is. Ezt az aknaharc megszervezésére és gyakorlati végrehajtására vonatkozóan egy hasonlóan színvonalas szabályzat követte 1929-ben. [45]

A várakozásokkal szemben azonban az aknaharc már nem játszott fontos szerepet a II. világháborúban. Ennek okairól pl. Bocsánczy Kálmán 1944-es cikkében [8.] olvashatunk. „A hatalmas erődök minden nagyhatású fegyver ellen méretezve voltak, csak éppen a 4-6 kg robbanótöltettel szökellő, kúszó, mászó, bátor harcossal szemben nem. A korszerű erődharc az erődrendszerek e gyenge pontját fogja meg, és erre alapozza támadási eljárását. A támadást hatalmas tüzérségi tűz és repülőbombázás vezeti be, de nem főcélja az erődök szétrombolása. Megelégszik az erődök »puhításával« és egyik feladatának tekinti az erődök körüli terep előkészítését (gránáttöltcsérek szakítása) a »rohamcsapat« számára. Az erődök harcon kívül helyezése a rohamcsapat, az ember feladata. A korszerű erődharcban minden tüzfegyver csak azért van beállítva, hogy az ellenséges erődök vakítása, zavarása által az erőd közelébe segítse a rombolást végző csekélyszámú, de kiválóan kiképzett rohamegységet.

A korszerű erődharc győzött. A bevehetetlennek kikiáltott Maginot vonal egyik leghatalmasabb erődjét, az 505-ös sarokerődöt, német rohamutászok két halott veszteséggel bevették, a leghatalmasabb belga erődöt 70 fő rohamutász számottevő veszteség nélkül leküzdötte és megvívta a rohamcsapatok Szevasztopot és Sztálingrádot is. Az állandó erődítés és az erődharc egymás elleni fejlődésharcából ismét az erődharc, a támadás került ki győzedelmesen.” [8. p. 338.]

A II. világháború végén, a távol-keleti hadszíntéren a föld alatt történtek aztán két tekintetben is megváltoztatták további történelmünket. Az amerikai csapatok 1945. április elsején indított Iceberg hadművelet keretében Okinava szigetének elfoglalására indultak. A június 23-ig tartó, két és fél hónapos ütközet a második világháború utolsó, egyben legvéresebb csatája volt. A mintegy 100 km hosszú és 30 km széles szigetet védő Usidzsima Micuru japán tábornok tudta, hogy a támadó erőkkkel szemben nincs esélye a sziget megvédésére. Ezért a mintegy 130 ezer fős védősereget a sziget déli részén kiépített három megerősített és csak frontálisan támadható védelmi vonal állásaiban, barlangokban és alagutakban vonta össze. Gerald Astor könyvében így ír a japán alagútszisztemről: „A japán találékonyság eredményei

méhsejt szerű földalatti fedezékek voltak, némelyik akár öt emelet mélyen a föld alatt. Ezek közül sokan alagutak hálóján keresztül kapcsolódtak egymáshoz, amelyek hatvanmérföldnyi⁵⁰ földalatti folyosó rendszert hoztak létre. Egyetlen barlang akár 1000 embernek is otthont adhatott. Teherautók, sőt tankok is parkolhattak benne. Az automata fegyverek egymást keresztező tüze, halálos kölcsönös védelmi zónát eredményezett a bejáratoknál. A barlangok belsejéből nyíló nyílások lehetővé tették a tűzérési és légi bombázások során az állások áthelyezését. A rendszerek kijáratát művészi elrejtették. A bejáratok közelében elhelyezett póklyukak – kis, jól elrejtett lövészgödrök – az őrszemek számára tiszta, meglepetésszerű tűzsávot biztosítottak a betolakodókra.” [5] A hatalmas földalatti védelmi rendszerben megbúvó katonák a lyukacsos kőzetű hegy alagútjaiban sértetlenül vészelték át az amerikai flotta által a támadás megkezdésekor rájuk zúdított mintegy 4000 t lőszer becsapódásait és – az amerikaiak legnagyobb meglepetésére – tétlenül figyelték az ellenség partraszállását is. Aztán visszatértek az I. világháború állásharcának borzalmai. Állásról állásra, alagútról alagútra előre haladva, közelharcban kellett elfoglalni a védelmi vonalak minden talpalatnyi területét.

„Az Okinawáért fizetett ár drága volt. Az amerikai áldozatok végső száma volt a legmagasabb, amit a japánok elleni hadjáratok során tapasztaltak. Összesen az amerikai harci veszteségek száma 49.151 volt, ebből 12.520 halott vagy eltűnt, és 36 631 sebesült. [...] A japánok számára a csata költségei még magasabbak voltak, mint az amerikaiak számára. Körülbelül 110.000 ellenséges katona vesztette életét, miközben megpróbálták megtartani Okinavát, és további 7400-an estek fogságba. Az ellenség 7800 repülőgépet veszített, 16 hajója elsüllyedt és 4 hajó megrongálódott.” [3. p. 473] A sziget lakosainak egyharmada, 150 ezer ember is meghalt: a civilek – felnőttek és gyermekek – is áldozatok lettek.

A veszteségek világossá tették az amerikai politikai és hadvezetés számára, hogy Japánt nem lehet a hitleri Németország ellen sikeresen alkalmazott harccal térdre kényszeríteni. „Az Okinavai csata tapasztalatai alapján, az amerikai tervezők óvatos becslései szerint az USA haderője 225.000 áldozatot szenvednének el a hazai japán szigetek lerohanása során; a pesszimistább becslések ezt a számot 1.000.000-re növelték.”⁵¹ Douglas MacArthur tábornok szintén arra számított, hogy egymillió amerikai és 10–20 millió japán ember életét követelné, hogy hagyományos fegyverekkel és harccal elérjék Japán kapitulációját. „Amikor Franklin D. Rooseveltt 1945. április 12-én bekövetkezett halála után átvette az amerikai elnökséget, Harry S. Truman tudomást szerzett a Manhattan Projektről, a szigorúan titkos amerikai atombomba-

⁵⁰ 96,5 km.

⁵¹ Intensification and collapse of Japanese resistance. Forrás: <https://www.britannica.com/topic/Battle-of-Okinawa/Intensification-and-collapse-of-Japanese-resistance>;

programról. Truman azt mondta munkatársainak, hogy reméli, »van lehetőség arra, hogy megakadályozzuk egy Okinavát Japán egyik végétől a másikig.«⁵² Végül is, ahogy emlékirataiban fogalmazott, az atombomba alkalmazását egyedül ő döntötte el és azért határozott így, mert „amerikai életeket akart megkímélni”. Hozzátette, hogy „hasonló helyzetben ma ugyanígy döntene”.

Az Okinavai ütközetnek volt egy másik – talán kevésbé ismertté vált – utóhatása is. A többszörös túlerő ellen küzdő japánok által alkalmazott alagútháború mintául szolgált a következő évtizedek csatáterein, és szolgál a mai napig is a gyengébben felfegyverzett haderők számára, a számbeli és technikai túlerőben lévő ellenséggel folytatott harchoz.

A koreai háborúban (1950–1953) a kínai csapatok sikerrel alkalmazták az Okinavai csatában látott példát. A kiépített alagútrendszeren keresztül végrehajtott támadások révén jelentős veszteségeket okoztak az ENSZ-csapatoknak.

„Az alagút-hadviselés kihívásaival kapcsolatos egyik jelentős amerikai katonai tapasztalat a vietnami háború alatt született. Az először a franciák, majd az Egyesült Államok által támogatott dél-vietnami kormány ellen folytatott évtizedes harcok során a vietkong gerillák hatalmas alagúthálózatot építettek ki, különösen a Saigon melletti Cu Chi tartományban. Ez a hálózat menedéket nyújtott a túlerőben lévő amerikai légierővel szemben, és megkönnyítette az amerikai parancsnokokat folyamatosan frusztráló »üss és fuss« hadviselési stílust.” [38] A Cu Chi alagútrendszert még az 1940-es években, a franciák elleni háborúban kezdték a vietnamiak kiépíteni, akkori teljes – mintegy 120 km-es – hosszát 25 év alatt érte el. A háborúk alatt folyamatosan bővítették a rendszert, amely több földalatti szinten étkezdét, műtőket és kórházakat, és még egy kisméretű mozit is tartalmazott. Az alagutak segítségével a vietnami katonák számos alkalommal robbantottak fel lőszer- és üzemanyagraktárakat, repülőtereket és más katonai célpontokat. Az amerikai-vietnámi háború csúcspontján az alagútrendszer hossza elérte a több száz kilométert, egész kerületeket és tartományokat kötött össze a kambodzsai határtól a dél-vietnámi fővárosig, Saigonig.

Afganisztán hegyei között is kiemelt szerepet kapott az alagút hadviselés. Először a szovjet csapatok találták szemben magukat a mudzsahedinek hegyvidéki rejtett alagutakban és az évszázadok alatt kiépített földalatti öntözővíz csatornában (karez) rejtőzködő, és azokból sikeres támadásokat végrehajtó katonáival. De Afganisztánban a mai napig gondot jelentenek az alagutakban rejtőzködő és onnan támadásokat végrehajtó, most már táliboknak nevezett harcosok. „Figyelemre méltó és ironikus módon, az alagúthálózatot »amerikai pénzből építették

⁵² Uo.

ki a nyolcvanas évek közepén a mudzsahedinek, az Afganisztán szovjet megszállása ellen harcoló erők» - jelentette akkoriban a The Washington Post.” [11]

BEFEJEZÉS

A tanulmányt záró rész címe akár kérdőjellel is végződhetne. Springer fent már idézett cikkében ezt írja. „Ha a következő évtizedekben is gyakorlat marad az aszimmetrikus hadviselés, mint ahogyan az a közelmúlt számos konfliktusában történt, az alagutak valószínűleg egyre fontosabb szerepet fognak játszani. A hagyományos domináns hatalmak, mindenekelőtt az Amerikai Egyesült Államok, hatalmas előnnyel rendelkeznek a légi megfigyelés révén szerezhető információk terén. Ennek az információs fölénynek az ellensúlyozására a legegyszerűbb módszer az, hogy a különféle tevékenységeket egyszerűen elrejtik a föld alatt. Az alagutak a támadók számára védelmi rémálmot jelenthetnek, és semmissé tehetik a technológiailag fölényben lévő hagyományos erők számos előnyét. Egy alagúthálózat kiürítése és megsemmisítése költséges, időigényes és valószínűleg sokkal több áldozatot követel, mint egy föld feletti harc. Az alagutak békeidőben is kettős hasznosítást kínálnak, mivel egyben beszivárgási és csempészési útvonalakat biztosítanak. Ha az alagutak bejáratait és elrendezését titokban lehet tartani, létezésük komoly biztonsági fenyegetést jelent.” [38]

Az aszimmetrikus hadviselés egyik jellemző formája már hosszabb idő óta jelen van a fegyveres konfliktusok által sújtott területeken. Ez az improvizált robbanószerkezetek (IED-k) készítése. Az általuk okozta fenyegetésről és az ellenük folytatott harcról részletes információk olvashatók Daruka Norbert munkáiban. [12] [13] [14] [15] [16]

Az alagútháborúra viszont kevésbé voltak felkészülve az ebben érintet régiók fegyveres erői. „Az alagútháború a közelmúltban az Izrael és a Hamasz között a Gázai övezetben zajló, ismétlődő harcokban került a nyugati hadseregek figyelmébe. Az 1987-ben alapított Hamasz mindig is az alagutakat használta a csempészet és a beszivárgás hatékony eszközeként, Izrael pedig nagyrészt eltűrte az alagutak létezését, mivel túl költségesnek tűnt a megsemmisítésük. Miután a Hamasz, mint hivatalos gázai kormány átvette a hatalmat, Izrael blokádot vezetett be a Gázában csempészárunak tekintett tárgyakra, beleértve az alagútépítéshez szükséges építőanyagokat is. [...] Az alagutak Egyiptomba is átnyúltak, ahol a 2011-es forradalom Mohamed Murszit juttatta hatalomra. Murszi kormánya pozitívan viszonyult a Hamaszhoz, de miután az egyiptomi elnököt 2013-ban a hadsereg megbuktatta, Abd el-Fattáh esz-Szisi tábornok utasította a műszaki alakulatait, hogy árasszák el az alagutakat szennyvízzel, így azok egy lövés nélkül teljesen használhatatlanná váltak.” [11]

„Amikor 2014-ben egy sor incidenst követően Izrael újabb inváziót indított el Gáza ellen, az egyik legfontosabb cél hamarosan a Gáza alatti – különösen az Izraelbe vezető – alagutak megsemmisítése vagy súlyos megrongálása lett. Az alagutak azonban a vártnál jóval nagyobbak, mélyebbek és hosszabbak voltak, és stabil felépítésük miatt szinte áthatolhatatlanok voltak a légicsapásokkal szemben. Így az alagutak beomlasztására tett erőfeszítésekhez az izraeli szárazföldi csapatoknak be kellett hatolniuk az alagutakba és ott robbanótölteteket kellett elhelyezniük. Természetesen a Hamasz minden rendelkezésre álló eszközzel ellenállt az alagútjait érő támadásoknak, beleértve a különféle csapdákat, a rajtaütéseket és a harcok világsajtóban történő, rájuk nézve kedvező bemutatására tett erőfeszítéseket. Bár a taktikai lépéseknek köszönhetően az izraeli haderő elszenvedett bizonyos veszteségeket, a propagandakampány kudarcot vallott. Az izraeli civilek elleni támadásra használt földalatti rakétatárolók felfedezése, valamint a Hamasz kábító- és nyugtatószerekkel felfegyverzett kommandósainak elfogása – akik beismerték, hogy polgári túsok elrablását tervezték – masszívan aláásta a kampányt. 7 hét után a két fél tűzszünetben állapodott meg, bár Izrael folytatta mind a blokádot, mind a meglévő alagutak felszámolására irányuló erőfeszítéseket.”

[38] Egy kiegészítés a Hamasz Egyiptomba vezető alagútjaival kapcsolatban: 2015–2020 között Egyiptom 3000 alagutat semmisített meg a Sínai-félszigeten.

Az alagutak megjelenése a fegyveres harcban azonban nem csak katonai kihívást jelentett. Daphné Richemond-Barak 2018-ban kiadott *Underground Warfare* című 296 oldalas monográfiájában [32] a nemzetközi jogban ezen a téren meglévő szabályozatlanságra is felhívta a figyelmet. „A szárazfölddel, a világűrrel és a tengerrel ellentétben a földalatti területek katonai alkalmazása eddig nagyrészt szabályozatlan maradt. Ez pedig olyan kérdéseket vet fel, hogy pl. elismeri-e a nemzetközi jog az állam szuverenitását a földalatti területei felett is, ahogyan a levegő, a szárazföld és a világűr esetében, vagy a földalatti területek feletti szuverenitás egy szabályozatlan kiskaput jelent? Ez a demokráciák korában azért kiemelkedően fontos, mert amikor földalatti fenyegetés merül fel, az államoknak azonosítaniuk kell az alkalmazandó jogi keretet, fel kell mérniük a különböző ellenintézkedések jogszerűségét, és meg kell ismerniük az alagutak felderítésére és megsemmisítésére rendelkezésre álló módszereket. Ennek érdekében viszont az államoknak hosszú távú stratégiát kellene kialakítaniuk a földalatti hadviselésre, beleértve az alagutak felderítését és feltérképezését, semlegesítését vagy megsemmisítését, a megfigyelést és az együttműködést. Szintén nem tisztázott ma még, hogy a határokon átnyúló alagutak milyen esetben tekintendők háborús fenyegetésnek. Milyen tényezők befolyásolhatják az érintett állam döntését, melynek területére az országhatár alatt alagutat létesítettek, hogy ilyen helyzetekben háborús cselekményt indítson: az alagutak száma, a készségi szintjük, a civilek

lakta városrészek közelsége és azoknak az alagutat ásó féllel való kapcsolata? Olyan rendezetlen kérdések ezek, melyek kihatással vannak a háborús törvényekre, egy olyan jogi keretre, amely a háborús alagutakkal kapcsolatos kérdések széles körére alkalmazható, beleértve azok jogi státuszát, az alagutakban használható fegyverek típusát, az alagutat készítő, beazonosíthatatlan személyek (katona/civil) státuszát, valamint az alagútellenes műveletek során a civilekkel szemben betartandó óvintézkedéseket.”

A nemzetközi jogi szabályozás megalkotása hosszú bonyolult folyamat. Az érintett fegyveres erőknek azonban azonnal reagálniuk kell egy új kihívásra, melynek komolyságát érzékelteti az alábbi 2018-as híradás is. „Az amerikai szárazföldi erők vezetői szerint a következő háborút a megvárosokban fogják megvívni, ezért jelentős erőfeszítéseket tettek annak érdekében, hogy a legtöbb harcoló dandárt felkészítsék arra, hogy ne a városokban, hanem alattuk harcoljon. 2017 végén a haderő gyorsított fejlesztésekbe kezdett, ennek keretében mintegy 572 millió dollárt fordítanak 31 aktív harcoló dandár közül 26-nak a kiképzésére és felszerelésére, hogy képesek legyenek a világ sűrűn lakott városi területei alatt található nagy méretű föld alatti létesítményekben harcolni. Az új típusú hadviseléshez a gyalogsági egységeknek tudniuk kell, hogyan kell hatékonyan tájékozódni és kommunikálni a föld alatti labirintusokban, áttörni a nehéz akadályokat és megtámadni az ellenséges erőket a szűk folyosókban és akár a városi utcákhoz hasonló szélességű alagutakban is. A katonáknak új felszerelésre és kiképzésre lesz szükségük ahhoz, hogy olyan körülmények között tudjanak tevékenykedni, mint a teljes sötétség, a rossz levegő és az ellenséges tűz elleni fedezék hiánya, vagy a föld alatti terek jelentette kihívás a hadsereg szabványos kommunikációs eszközei számára. [...] A haderő 2017-ben négy hónapos felülvizsgálatot végzett a föld alatti harcok idejét múlt megközelítéséről, és egy új, ennek a környezetnek szentelt kiképzési kézikönyvet adott ki. »Ezt a kiképzési körlevelet azért adjuk ki, hogy sürgősen megfelelő útmutatást adjunk a föld alatti környezetben tevékenykedő egységek kiképzésének megtervezéséhez és végrehajtásához« – olvasható a 2017 novemberében megjelentetett TC 3-20.50 »Small Unit Training in Subterranean Environments« (Kisalegységek kiképzése földalatti környezetben) című dokumentumban. Bár sürgős fejlesztési folyamat során készült, azonnali végrehajtásra engedélyezték.” [9]

A leírtak mintegy igazolásaként a 74 oldalas, 2017-es TC 3-20-50 kiadványt 2019-ben a 228 oldalas ATP 3-21.51 *Subterranean Operations* című szabályzat követte az amerikai szárazföldi erőknél. Ennek bevezetőjében az alábbiakat olvashatjuk: „Ahogy az amerikai szárazföldi erők átállnak a nagyszabású harci műveletekre történő optimalizálásra, fontos megérteni a földalatti műveletek összetettségét és jelentőségét. A mi ellenfeleink a mi gyengeségeinkkel szemben

fejlesztették képességeiket azáltal, hogy kiterjesztették a földalatti létesítmények használatát. Emellett a világszerte növekvő urbanizáció növeli a városi földalatti rendszerek méretét és összetettségét. Ezek a tényezők a nagyszabású harci műveletek megnövekedett tempójával és halálos erejével együtt azt jelentik, hogy a dandár feletti szintek nagyobb szerepet játszanak a sikeres hadműveletek feltételeinek megteremtésében, a földalatti műveletek sikerében. [...] A hadviselés legkorábbi feljegyzései óta egészen napjainkig a harcosok használták és használják ma is a földalatti teret, hogy előnyre tegyenek szert ellenfeleikkel szemben. Napjainkban több mint 10 ezer ismert föld alatti létesítmény létezik szerte a világon. Ezek lehetnek akár létfontosságú eszközök, képességek és fegyverrendszerek védelmére, vagy egy nagyobb védelmi rendszer megerősítésére készült létesítmények, vagy egyszerűen csak a legnagyobb városaink földalatti infrastruktúrájának építményei, melyeket közlekedésre is használhatnak. A földalatti rendszereket világszerte folyamatosan bővítik. Ezért a mi katonáinknak és vezetőinknek fel kell készülniük arra, hogy ebben a környezetben harcoljanak és győzni tudjanak.” [41]

Sok ezer évvel ezelőtt a bányászok követték a föld alá az értékes ásványok, ércetek telérjeit. Hamarosan azonban a várvédő katonáknak is segítséget kellett nyújtaniuk a fejlődő, gazdagodó településük megvédésére ugyanúgy, mint ahogy igénybe vették a saját bányászataik szakértelmét a támadó seregek is. A tanulmány történelmi áttekintésként kezdődött. A befejező gondolatok azonban arra a sajnálatos tényre világítanak rá, hogy a földalatti aknaharc, immár alagút háborúként napjaink fenyegető realitásaként él tovább.

A téma iránt érdeklődők részletesen olvashatnak a történelem során alkalmazott földalatti aknaharcról, a Ludovika Egyetemi Kiadónál hamarosan megjelenő kötetben. [28]

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Aknaháború – Régi fegyver új alkalmazásban, *Népszava* 1915. február 27. 5.
- [2] ALTORAY Szaniszló: *Sziklafűró alakulatok a világháborúban*, In. Jacobi Ágost (szerk.) Magyar Műszaki Parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban, Közlekedési Nyomda K.F.T, Budapest, 1938. 325–330.
- [3] APPLEMAN, Roy E., BURNS, James M., GUGELER, Russel A., STEVENS, John: *Okinawa: The Last Battle*. Center of Military History, United States Army, Washington, D.C. 1993.
- [4] ARDAY Géza m. kir. honvédszázados: *A lőpor és robbanó anyagok technológiája és történeti fejlődése*. Szent Erzsébet Nyomda Részvénytársaság, Kassa, 1910.
- [5] ASTOR, Gerald: *Operation Iceberg – The Invasion and Conquest of Okinawa in World War II*. Penguin Publishing Group, 1995.

- [6] Battle of Okinawa - Intensification and collapse of Japanese resistance. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/Battle-of-Okinawa/Intensification-and-collapse-of-Japanese-resistance>
- [7] BENEDEK Dénes: Nagyszelvényű robbantólyukak töltetszámítása külfejtésekben, *Bányászati Lapok*, 1961. 11. szám, 755–763.
- [8] BOCSÁNCZY Kálmán: Az erődharc fejlődése, *Magyar Katonai Szemle* 1944/3. negyedév, 327–338.
- [9] COX, Matthew: Army Is Spending Half a Billion to Train Soldiers to Fight Underground. 24. 06. 2018. *Military.com*. <https://www.military.com/daily-news/2018/06/24/army-spending-half-billion-train-troops-fight-underground.html>
- [10] CROWLEY, Roger: Az elátkozott torony – Akkó eleste és a keresztes háborúk vége, Park Könyvkiadó, Budapest, 2019. ISBN 978-963-355-574-3.
- [11] DOWD, Alan W.: Tunnel vision. 08. 07. 2020. *The American Legion*. <https://www.legion.org/landingzone/249420/tunnel-vision>.
- [12] DARUKA Norbert: Az „IED”, mint a terrorizmus leghatékonyabb eszköze, „*FÚRÁS-ROBBANTÁSTECHNIKA 2010*”, 10. Nemzetközi Konferencia Balatonkenese 2010. szeptember 8-10., (HU ISSN 1788-5671) pp.:162-169.
- [13] DARUKA Norbert: A bűnös célú/terrorista robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, *Műszaki Katonai Közlöny* 2010. évi 1-4 összevont kiadás (ISSN 1219-4166), pp.: 229-242.
- [14] DARUKA Norbert: Bűnös célú robbanószerkezetek alkalmazásának és hatástalanításának sajátosságai, „*Fúrás- robbantástechnika 2012*”, 11. Nemzetközi Konferencia Balatonkenese 2012. szeptember 19-21., (HU ISSN 1788-5671) pp.: 109-118.
- [15] DARUKA Norbert: A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására – PhD értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Katonai Műszaki Doktori iskola, 2014.
http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2014/daruka_norbert.pdf
- [16] 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.
- [17] Derinkuyu a föld alatti város. Forrás: <https://titokzatosmult.wordpress.com/foldunk-relytelyei/kulonleges-epitmenyek/derinkuyu-a-fold-alatti-varos/>
- [18] GENERÁL Tibor: Az oszmán-török haderő szervezete és vezetése a birodalom fénykorában, *Hadtörténelmi Közlemények* 1984/4. szám, 617–661.
- [19] GUMPERTZ, H. – LEBRUN, M.: *Traité pratique et théorique des mines*, Levrault, Schoell et Compagnie, Paris, 1805.
- [20] HAHN István: A hadművészet ókori klasszikusai (szerk.), Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1963.
- [21] HAMBLIN, William J.: *Warfare is the Ancient Near East to 1600 BC. – Holy Warriors at the Dawn of History*, Routledge, 2006. ISBN 978-0-415-25589-9

- [22] HEGYMEGI Zoltán: A francia katonai műszaki csapatok története, *Műszaki Katonai Közlöny*, 2003/1–4. összevont szám, 135–165.
- [23] *Iulius Caesar feljegyzései a polgárháborúról*. Második könyv. (ford. Ürögdi György). In: Iulius Caesar feljegyzései a gall háborúról, a polgárháborúról. Magyar Helikon, Budapest, 1974. 10–11. pontok, 149–150. <https://mek.oszk.hu/05000/05020/05020.htm> (Letöltés időpontja: 2022. 03. 30.)
- [24] JACOBI Ágost: A Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban 1914–1918. Közlekedési Nyomda K.F.T., Budapest, 1938.
- [25] JELEN, Johann: Geballte Ladungen in Erde. Sonderabdruck aus den „Mitteilungen der Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens“, Druck-u.Komm.-Vlg. Waldheim-Eberle AG. Wien, 1917.
- [26] KOMÁRNÉ LASKAI Mária Erika: Vauban és kora, *Gesta* 6. évfolyam 1. szám, 2006. 57–65.
- [27] LUKÁCS László: *Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből, különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányai és a kor új kihívásaira*, Dialóg Campus Kiadó Budapest, 2017. ISBN 978-615-5680-35-9
- [28] LUKÁCS László: *Szemelvények a hazai katonai robbantástechnika és a földalatti aknaharc fejlődéstörténetéből*, II. rész. Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2022.
- [29] NAGY Gábor: Központosított aknák hatásának számítása tölcserképzés esetében és az aknaharcban I. *Műszaki Szemle*, 1927/1–3. szám, 14–20.; II. rész, *Műszaki Szemle*, 1927/2. szám, 51–59.; III. rész, *Műszaki Szemle*, 1927/3. szám, 99–107.
- [30] Port-Artur – katonai vélemény. *Budapesti Hírlap*, 1904. november 6., 15.
- [31] RŽIHA, Eduard: *Die Theorie der Minen basirt auf die Wellenbewegung in concentrischen Kugelschichten*, Lemberg, 1866. (a szerző saját kiadása)
- [32] RICHEMOND-BARAK, Daphné: *Underground Warfare*. NY Oxford University Press, New York, 2018.
- [33] RUNKLE, Benjamin: Preparing for warfare’s subterranean future. 16. 04. 2015. War on the Rocks. <https://warontherocks.com/2015/04/preparing-for-warfares-subterranean-future/>
- [34] SCHAFFER Antal: *A gyakorlati robbantó technika kézikönyve*. Pallas Rt., Budapest, 1903.
- [35] SCHMOLL Endre: *Haditechnikai ismeretek II. kötet*. A szerző kiadása, Budapest, 1930.
- [36] SCHNECK, William C.: The Origins of Military Mines I. *Engineer*, Volume 28. PB-5-98-3, July 1998., 49–54.
- [37] SPENCER, John: *The Return of the Tunnel Bomb: a Mediaval Tactic on the Modern Battlefield*. 30. 12. 2019. Modern War Institute. <https://mwi.usma.edu/return-tunnel-bomb-mediaval-tactic-modern-battlefield/>
- [38] SPRINGER, Paul J.: *Fighting Under the Earth: The History of Tunelling in Warfare*. 23. 04. 2015. Foreign Policy Research Institute. <https://www.fpri.org/article/2015/04/fighting-under-the-earth-the-history-of-tunneling-in-warfare/>
- [39] TOKAJI Zsolt - P. SZABÓ Sándor (szerk.): *A kínai hadtudomány klasszikusai*, Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2018. ISBN 978-615-5920-15-8

- [40] VAUBAN, Sebastien le Prestre de: *Mémoire pour servir d'instruction dans la conduite des sièges et dans la défense des places*, Leiden, 1740
- [41] ATP 3-21.51 *Subterranean Operations*. Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, november 2019. <https://irp.fas.org/doddir/army/atp3-21-51.pdf>
- [42] E-23. *Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utásai számára*. Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1902.;
- [43] E-39, b. *Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság számára – tervezet*. Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1915.
- [44] E-34 (Műsz. okt. műsz.) *Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I. rész*. M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928.
- [45] E-34 (Műsz. okt. műsz.) *Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások II. rész + Mellékletek*. M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928–1929.
- [46] FM 90-10-1 *An Infantryman's Guide to Combat in Built-up Areas*, Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, 12 May 1993. <http://www.bits.de/NRANEU/others/amd-us-archive/FM90-10-1C1%2895%29.pdf>

Megjegyzés: az említett korabeli szabályzatok és szakkönyvek egy része megtalálható és letölthető a Magyar Katonai Logisztikai Egyesület, Logisztikai Szakgyűjtemény/műszaki alkönyvtárából: <https://www.mkle.net/logisztikai-szakgyujtemeny/szakmai-oldalak/szakagak/mu/>

TRAINING FOR BLASTING IN MILITARY BSc. EDUCATION

ROBBANTÁS OKTATÁS A KATONAI BSc. KÉPZÉSBEN

Dr. KOVÁCS Zoltán⁵³**Abstract**

The BSc-level education of engineer officers to become future military commanders takes place at National University of Public Service, Faculty of Military Science and Officers Training. Probably the most accented part of the vocational education to obtain the blasting expertise, which covers three semesters and in comparison, with other subjects, it has the biggest number of class hours in the teaching program. The theoretical and practical cognition parts are concluded with a term exam, but the professional final examination of officers training also contains several questions related to blasting. Attained topics are in a wide range and lesser or greater include military blasting technics from the fundamentals to the demolition of bridges and culverts or other structures during wartime operations. From school year 2020/2021 the proportion of components of BSc basic academic degree, the duration for vocational training and its teaching program had changed. This alteration pertained to the subject of blasting, of course.

Keywords: blasting, training, military higher education, officers' training, engineer.

Összegzés

A Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar katonai vezető BSc. alapszakon történik a jövő műszaki tisztjeinek felkészítése. A szakmai képzés talán leghangsúlyosabb összetevője a robbantás ismeretkör oktatása, amely több tanulmányi féléven keresztül, valamennyi szakmai tantárgyat tekintve a legnagyobb óraszámban szerepel a képzési tematikában. Az elméleti és gyakorlati ismeretek elsajátítását vizsga zárja le, de a tisztképzést lezáró szakmai záróvizsgán is több, robbantással kapcsolatos kérdés szerepel. Az elsajátítandó témakörök az alapismeretektől kezdődően egészen a különböző műtárgyak, építmények háborús rombolásáig kisebb-nagyobb terjedelemben felölelik a katonai robbantástechnika valamennyi részterületét. A 2020/2021. tanévtől az alapképzési szakok tartalmi összetevőinek aránya, így a szakmai képzésre fordítható időtartam és tematika is megváltozott. Ez a változás természetesen érintette a robbantás tantárgyat is.

Kulcsszavak: robbantás, kiképzés, katonai felsőoktatás, tisztképzés, műszaki.

BEVEZETÉS

„Műszaki katonák alatt értjük azt a hadrakelt nagy családot, amely nem csak fegyverrel a kézben küzdött, hanem tudásával, különleges felszerelésével, kiképzésével és leleményességével a küzdő csapatok leghűségesebb és nélkülözhetetlen segítőtársa volt.”⁵⁴ Szakmai berkekben a leggyakrabban idézett meghatározás a műszaki katonákról Jacobi Ágost nevéhez fűződik, és már egy évszázaddal ezelőtt összefoglalta azokat a tulajdonságokat, képességeket és feladatokat, melyek a műszaki szakcsapatokat akkor jellemezték és jellemzik még napjainkban is.

A katonai felsőoktatásban egy évtizede a műszaki specializáció felelőseként és a robbantás oktatás tantárgyfelelőseként a következő oldalakon a műszaki szakmai képzés egyik szegmensével, a műszaki tisztképzéssel, és azon belül pedig elsősorban az egyik

⁵³ MARE alapító tag, egyetemi docens, Nemzeti Közszerológati Egyetem, Műveleti Támogató tanszék. E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9098-1997>

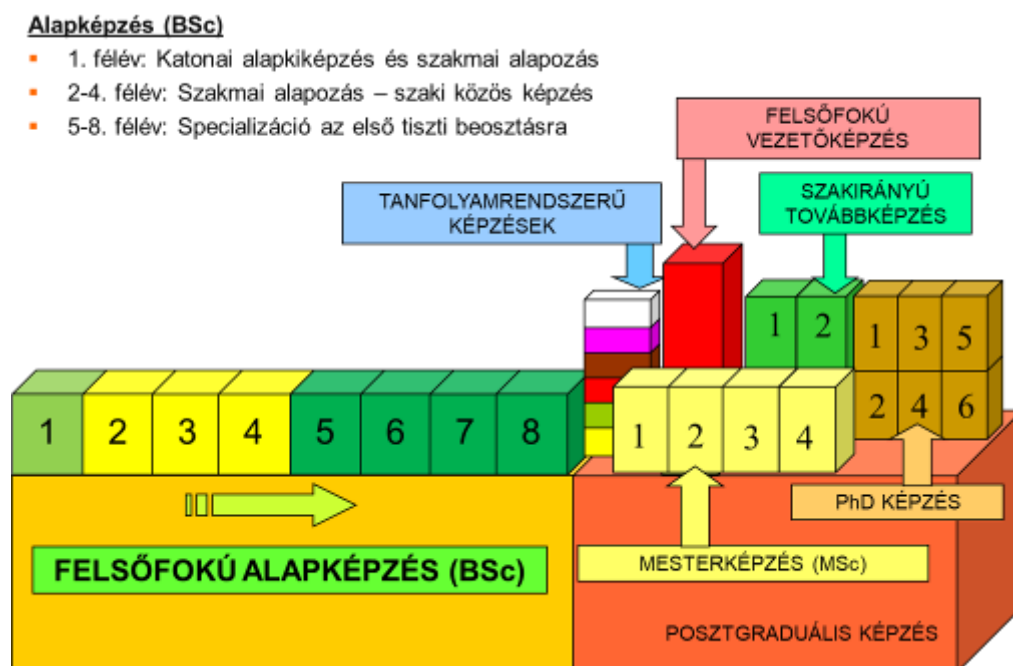
⁵⁴ Jacobi Ágost: *A Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban 1914–1918.* Budapest, Közlekedési Nyomda K. F. T., 1938. 1.

legmeghatározóbb ismeretkör oktatásával, a robbantás kiképzéssel, felkészítéssel kapcsolatosan kívánok megosztani néhány információt, gondolatot.

A katonai vezető alapképzésről

Hazánk 2005-ben csatlakozott a bolognai rendszerű felsőoktatási képzési rendszerhez, amely alapján három különböző szintre tagolható a képzés és a megszerzett végzettség. A hároméves BSc. (Bachelor) alapképzés a korábbi főiskolai szintnek, a kétéves MSc. (Master) mesterképzés a korábbi egyetemi szintnek feleltethető meg, a harmadik szint pedig a PhD. doktori (Philosophiae Doctor) tudományos fokozat.

A polgári oktatási intézményektől eltérően a katonai BSc. alapképzés nem három, hanem négy tanévet (8 oktatási szemesztert) ölel fel, mely plusz időtartamra a polgári felsőoktatási előírásoknak történő megfelelés mellett a speciális katonai ismeretekre, feladatokra történő elméleti/gyakorlati felkészítés érdekében van szükség. (1. ábra)



1. ábra Katonai felsőfokú képzési rendszer elvi felépítése.

Forrás: szerkesztette a szerző.

A katonai felsőfokú képzésnek korábban helyet adó Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem (ZMNE) és két másik felsőoktatási intézmény összevonásával 2012. január 1-jén megalakult a Nemzeti Közszerológati Egyetem (NKE). (2. ábra)

Az új intézmény négy karra tagozódott: Államtudományi és Közigazgatási Kar (ÁTK), Nemzetközi és Európai Tanulmányok Kar (NETK), Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar (HHK) és Rendészettudományi Kar (RTK). Ötödik karként a Vízstudományi Kar (VTK) alakult

meg 2017. február 1-jén Baján, amely az Eötvös József Főiskola Vízellátási és Környezetmérnöki Intézetének, valamint Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézetének összeolvadásával jött létre. Hamarosan azonban újra négykaros lett az egyetem: az ÁTK és a NETK egyesítésével, 2019. augusztus 1-jén létrejött Államtudományi és Nemzetközi Tanulmányok Kar (ÁNTK).

A ZMNE két kara (BJKMK és KLHTK)⁵⁵ még az NKE szervezetébe való beolvadás előtt egy nagyobb szervezeti racionalizálást hajtott végre, melynek eredményeként a műszaki tanszék mint önálló szervezeti egység 2011-ben megszűnt, így utolsó műszaki tanszékvezetőként rám hárult a feladat, hogy immár csak műszaki szakcsoportként beilleszkedjünk a megalakuló Műveleti Támogató tanszékbe a felderítő, tűzér, légvédelmi rakéta, vegyivédelmi és térképész-katonaföldrajz szakcsoportokkal, oktatókkal együtt.



2. ábra A Nemzeti Közszolgálati Egyetem jogelőd intézményei.

Forrás: szerkesztette a szerző.

A tisztképzés (BSc. alapképzés) a megalakulása óta az egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Karán zajlik, a képzésre a jelentkezés szakokra történik, a szakmai specializálódásra majd a képzés felénél, a második tanévet követően kerülhet csak sor. A HHK jelenleg öt alapszakot gondoz: katonai vezető, katonai infokommunikáció, katonai logisztika, állami légiközlekedés, valamint nemzetközi biztonság és védelempolitika.

A katonai vezető alapszakon (főbb adatait lásd: 1. táblázat) hét szakmai specializáció választható az előljáró megrendelői igényeinek és a megadott keretlétszámoknak megfelelően: lövész, harcokszó, tűzér, felderítő, légvédelmi rakéta, vegyivédelmi és *műszaki*.

⁵⁵ Bolyai János Katonai Műszaki Kar, Kossuth Lajos Hadtudományi Kar.

Kari Tanács határozatának száma:	34000/109-20/2020 (V.19)
Szenátusi határozat száma:	61/2020 (V.21.)
Fenntartói határozat száma:	13/2020 (V.28.)
MAB kód:	Bs88
MAB határozat száma:	2004/8/VIII./54.
OH nyilvántartásba vételi szám:	31442-23/2004.
A képzés FIR kódja:	Bk27
A meghirdetés első éve:	2005.

1. táblázat A hatályos katonai vezető (BSc.) képzés hitelesítő adatai

Forrás: Katonai vezetői alapképzési szak ajánlott tanterve 2020/2021. 3. oldal

A 2005-ben létrehozott katonai vezető alapképzési szak ajánlott tantervének jogi háttérét az alábbi főbb jogszabályok és egyetemi szabályzók képezik:

- A nemzeti felsőoktatásról szóló 2011. évi CCIV. törvény;
- A Nemzeti Közszerológati Egyetemről, valamint a közigerazgatási, rendészeti és katonai felsőoktatásról szóló 2011. évi CXXXII törvény;
- A nemzeti felsőoktatásról szóló 2011. évi CCIV. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 87/2015. (IV. 9.) Korm. rendelet;
- Nemzeti Közszerológati Egyetemről, valamint a közigerazgatási, rendészeti és katonai felsőoktatásról szóló 2011. évi CXXXII. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 363/2011. (XII.30.) Korm. rendelet;
- A felsőoktatásban szereshető képesítések jegyzékéről és új képesítések jegyzékbe történő felvételéről szóló 139/2015. (VI. 9.) Korm. rendelet (a továbbiakban: 139/2015. (VI. 9.) Kr.);
- Az államtudományi képzési területen szereshető képesítések jegyzékéről és a képzések képzési és kimeneti követelményeiről szóló 222/2019. (IX. 25.) Korm. rendelet;
- A Nemzeti Közszerológati Egyetem Tanulmányi és Vizsgaszabályzata;
- A képzésekkel kapcsolatos eljárásrendről szóló rektori utasítás

A katonai vezető BSc. alapképzés célja a Magyar Honvédség részére olyan felsőfokú végzettségű katonai vezetők, parancsnokok képzése, akik képesek a megszerzett közszérológati, általános katonai, differenciált szakmai és vezetői ismereteik birtokában alegységeket vezetni és irányítani. Az alapfokozat birtokában alkalmassá válnak a honvédelmi szakképzettségüknek megfelelő elsőtishti beosztások betöltésére, továbbá kellő ismeretekkel rendelkeznek a szakmai át- és továbbképző tanfolyamokra is alapozva a képzés második ciklusban történő folytatásához.

Valamennyi katonai vezetővel (tiszttel) szemben támasztott főbb követelmények és jellemzők négy csoportba kerültek tagolásra: tudás-képesség-attitűd-felelősség.⁵⁶

Tudásával kapcsolatosan a tisztt:

- Átfogóan ismeri a nemzetközi szervezetek háborús környezetben és békeművelési helyzetekben történő feladat-végrehajtás feladatait, rendelkezik az első tiszti beosztás ellátásához szükséges jogi ismeretekkel.
- Ismeri a harctevékenységi fajtákat, továbbá a harccal kapcsolatos tevékenységek feladatait, az összefegyvernemi harc támogatásának és kiszolgáló támogatásának alapvető feladatait, az alegységek kiképzéséhez szükséges szakmódszertant, szakasz (század) szinten az atom-, biológiai és vegyi rendszabályok alkalmazásának rendszerét, a rögtönzött robbanóeszközök jellemző tulajdonságait és az ellenük való tevékenység rendszabályait, a békevezetési okmányokat.
- Rendelkezik a szakasz (század) rendszeresített fegyverzeti, haditechnikai eszközeinek és harcanyagainak ismeretével, korszerű katonai térképészeti, tereptani és katonaföldrajzi ismeretekkel.
- *Részletekbe menően ismeri szakasz (század) szinten műszaki-zárási, erődítési-álcázási, és robbantási alapismereteket.*
- Ismeri a Magyar Honvédség katasztrófavédelmi feladatai megoldásához való hozzájárulás alegységszintű elméleti és gyakorlati feladatait a szakasz (század) kommunikációs, híradó és informatikai eszközeit, informatikai alkalmazói feladatait, az alapvető egészség- és járványügyi, valamint sebesültellátási feladatokat.
- Ismeri a Magyar Honvédség haderőnemeinek felépítését és alkalmazásának elveit, a szárazföldi haderőnem harcászati szintű összefegyvernemi kötelékek összhaderőnemi művelési környezetben történő alkalmazási elveit.

Képességek tekintetében a tisztt:

- Képes a harcászati ismereteinek, a szakasz és századszintű harcászat alapfogalmainak, alapelveinek gyakorlati alkalmazására, az elsőtiszti beosztás ellátásához szükséges jogok, kötelezettségek, parancsadási és fegyelmi jogkörök gyakorlására.
- Rendelkezik a katonai alegység (szakasz) vezetésére alkalmas szakmai tudással, képes a rábízott alegység békeidőszaki és békétől eltérő körülmények közötti vezetésére, készenlétének fenntartására, fokozására vonatkozó rendszabályok betartására és

⁵⁶ Katonai Vezetői Alapképzési Szak Ajánlott Tanterve. Alkalmazandó: a 2020/2021 tanévtől felmenő rendszerben.

betartatására, a rábízott alegység harc és harccal kapcsolatos tevékenységének megtervezésére, megszervezésére és vezetésére.

- Képes a szakasz kiképzéséhez szükséges szakmódszertani ismeretek alkalmazására, a szakasznál rendszeresített fegyverzeti és fegyverzettechnikai eszközök alkalmazására és üzemeltetésére, a terepen való tájékozódásra és a tájékozódást segítő eszközök alkalmazására.
- Képes más fegyvernemekkel és szakalegységekkel való együttműködésre, a rögtönzött robbanóeszköz veszélyes környezetben való kezelésére.

Attitűdje vonatkozásában:

- Vállalja és hitelesen képviseli szakterületét, a képesítése szerinti tevékenységeket és azok eredményeit.
- Nyitott a képesítésével, szakterületével kapcsolatos szakmai, technológiai, fejlesztési eredmények megismerésére, befogadására, és törekszik saját tudásának megosztására, érdeklődő a szakterülettel összefüggő új módszerek és eszközök iránt.

Az autonómia és felelősség tekintetében:

- Beosztásából adódó önállósággal végzi az általános és speciális szakmai kérdések elemzését, adott tényezők és körülmények alapján történő kidolgozását.
- Felelősségi és jogköréből adódóan önállóan tervezi és végzi szakmai tevékenységét, bekapcsolódik a tevékenységi körébe tartozó kutatásokba és fejlesztésekbe és a projektszoportban a cél, illetve a célok elérése érdekében autonóm módon, a csoport többi tagjával együttműködve mozgósítja elméleti és gyakorlati tudását, képességeit.
- Szakmai véleményét döntési helyzetekben önállóan képviseli, döntési helyzetekben felelősséget vállal az azok következtében kialakuló komplex hatásaiért.

A műszaki tisztképzésről

A műszaki tisztek képzése hosszú időre tekint vissza, történetének fontosabb állomásait és azok szakmai tartalmát Dr. Lukács László, korábbi műszaki tanszékvezető (1998–2010) egyik közelmúltban megjelent tanulmányában már részletesen feldolgozta.⁵⁷

A ZMNE képzési portfóliójában két évtizeddel ezelőtt két szervezet gondozásában, két telephelyen, kétféle szakon történ a műszaki tisztek képzése. A KLHTK katonai vezető, a

⁵⁷ Lukács László: A műszaki tisztképzés múltja, jelene és várható jövője az oktatás és a tudományos kutatás tükrében. *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I. Oktatói kötet*, Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2020. 53–80.

BJKMK építőmérnöki képzést folytatott, melyeken a végzett hallgatókat egyaránt hadnagyi rendfokozattal, műszaki tisztként avatták fel.

A katonai szakmai parancsnokságok és szervezetek képviselőit tömörítő műszaki Fegyvernemi Állandó Munkacsoport (FÁM) véleménye szerint előbbi túl parancsnoki, utóbbi túlságosan mérnöki tematikával rendelkezett, ezért 2003-ban javasolta a két képzés összeolvadását: megszületett a Had- és Biztonságtechnikai Mérnöki alapszak Műszaki, Katasztrófavédelmi és Közlekedési szakiránya. A szakirány műszaki specializációja 4 modulon volt képes szaktiszteket képezni: harcos műszaki; műszaki fenntartási; műszaki technikai és műszaki építő modulon. (Utóbbi kettő soha nem indult, az előljáró nem igényelt ilyen jellegű képzettséget.)

Az egyes modulok az első két tanévben a közös szak és szakirány képzés tantárgyait tanulták, a harmadik tanévben a műszaki specializáció alaptárgyait, a 4. tanévben (7–8. szemeszter) pedig az adott modulra jellemző sajátos szakmai tantárgyakat. A harcos modulon a parancsnoki tárgyak, a fenntartási modulon a „hadmérnöki” tantárgyak domináltak.

Az NKE megalakulása „természetesen” magával hozta a képzési portfólió változását is: 2012-től „kifuttatták” a hadmérnök-képzést, mondván nincs szükség mérnökökre, parancsnokok kellenek a csapatok élére! Az utolsó műszaki évfolyam a 2013/2014 tanévben végzett 10 fővel. (Részletezve: 2008: nincs végzős osztály, 2009: 2 fő fenntartási, 2010: 3 fő harcos, 2011: 5 fő harcos, 2012: 5 fő harcos, 2013: 6 fő harcos+4 fő fenntartási, 2014: 5 fő harcos+5 fő fenntartási modulon végzett.)

A hadmérnökképzés után, a végzettek körében egyébként semmiféle bevételezést (szakmai alkalmasság) nem végezve, ismét visszatértünk a korábbi katonai vezető (parancsnok) képzéshez, leporolva a 2005-ben már működtetett szak tantervét és képzési tematikáját. (A szak műszaki szakirányán az újraindítás óta eddig végzett állomány: 2015: 11 fő, 2016: 12 fő, 2017: 6 fő, 2018: nincs végzős osztály, 2019: 5 fő, 2020: 4 fő, 2021: 3 fő, 2022: 7 fő tisztjelölt.)

Természetesen a folyamatosan éppen aktuális haderőátalakítások, reformok is kihatással voltak az oktatási elképzelésekre, a megrendelői igényekre, így az elmúlt évek alatt a műszaki specializáció felelőseként immár a műszaki tisztképzés 4. változata tantervének kidolgozását koordinálom, amelynek indulása a 2023/2024 tanévtől tervezett.

A jelenlegi képzési tanterv (indult a 2020/2021 tanévben) műszaki specializáció Képzési és Kimeneti Követelményei (KKK) a következőket határozzák meg az általános követelményeken túl a végzett műszaki tisztekkel kapcsolatosan.

Tudásával kapcsolatosan:

- Átfogóan ismeri a rábízott alegység készenlétének fenntartására, fokozására vonatkozó feladatokat, ismeri a harctevékenységi fajtákat, a szakasz (század) logisztikai támogatásának rendjét.
- Tisztában van a szakasz (század) kiképzéséhez szükséges szakmódszertani ismeretekkel.
- Ismeri a szakasz (század) békevezetési okmányait és azok vezetésének rendjét, a napi tevékenységének tervezésének, irányításának rendjét, a rendszeresített fegyverzeti, haditechnikai eszközeit és harcanyagait.
- Tisztában van a szakasz (század) béke és békétől eltérő vezetéséhez szükséges ismeretekkel, a kommunikációs, híradó és informatikai eszközeinek ismeretével, informatikai alkalmazói ismeretekkel, a harcászati szintű összefegyvernemi ismeretekkel, a katonai tereptani, térképészeti és katonaföldrajzi ismeretekkel.
- Tisztában van a műszaki szakterület valamennyi spektrumát lefedő alapismeretekkel és *átfogó robbantási ismeretekkel*.
- Tisztában van a műszaki rajzok olvasásához és egyszerű műszaki rajzok elkészítéséhez szükséges ismeretekkel, a szerkezetek megépítésének irányításához szükséges ismeretekkel.

Képességek tekintetében:

- Képes a szakasz (század) parancsnok jogainak, kötelezettségeinek, parancsadási jogkörének, a fegyelmi jogkörének gyakorlására, készenlétének fenntartására, fokozására vonatkozó rendszabályok betartására és betartatására.
- Képes a szakasz (század) harc és harccal kapcsolatos műszaki támogatási feladatok megtervezésére, megszervezésére, a kiképzéséhez szükséges szakmódszertani ismeretek alkalmazására, a rendszeresített haditechnikai eszközeinek alkalmazására, üzemeltetésére.
- Képes a szakasz (század) *robbantási feladatainak és foglalkozásainak vezetésére, robbantási számítások végzésére*.
- Képes a műszaki rajzok olvasására, egyszerű műszaki rajzok, statikai és szilárdságtani számítások elkészítésére, a felmerülő építési és rombolási feladatok megszervezésére és irányítására, a rögtönzött robbanóeszköz-veszélyes környezetben való mozgásra.

Attitűdje vonatkozásában:

- Törekszik arra, hogy önképzése a műszaki szakterületen folyamatos és a szakmai céljaival megegyező legyen, a műszaki szakmai területen szerzett tapasztalatait

folyamatosan megosztja katonai vezetőtársaival, így segítve fejlődésüket.

- Elkötelezett a vezetői és szakmai munkavégzése iránt, betartja a vonatkozó szakmai és etikai szabályokat, normákat, szaknyelvtudását, kommunikációs készségét folyamatosan fejleszti.

Az autonómia és felelősség tekintetében:

- Váratlan döntési helyzetekben is önálló, szakmailag megalapozott döntéseket hoz, a szakmai feladatainak elvégzése során felelősségteljesen együttműködik más szakterület katonáival.
- Vezeti és irányítja a rábízott személyi állomány munkavégzését, felügyeli a feladatok végrehajtását, a haditechnikai eszközök üzemeltetését.
- Felelősséget vállal, illetve visel saját munkájáért, döntéseiért.

A hatályos tantervben a katonai vezető szakon a műszaki tisztképzés az alábbi tudományágakból, szakterületekből épül fel:

- műveltség, kultúra, értékek modul (bölcészettudomány, társadalomtudomány) 4–8 kredit,
- államtudományi modul (állam- és jogtudomány, hadtudomány, nemzetközi és fejlődéstanulmányok, információ- és kommunikációelmélet szakterületekből válogatva) 5–20 kredit,
- egyetemi közös közszoigálati gyakorlat 2–4 kredit,
- katonai alapismeretek 8–16 kredit,
- gazdasági és humán ismeretek 10–14 kredit,
- természettudományos alapismeretek 16–24 kredit,
- általános és katonai vezetéstudományi alapismeretek 20–24 kredit,
- hadtudományi alapismeretek (térinformatika, katonai térképészeti ismeretek, a nemzeti katonai értékrend, hagyományok és az egyetemes és magyar hadtörténelem, valamint az összefegyvernemi és fegyvernemi harcászat alapismeretei, haditechnika, katonapedagógia, hadijog, logisztikai ismeretek, testnevelés) 40–60 kredit.

A képzés végére 240 kredit értékben kell tárgyakat teljesíteni a hallgatóknak, ami szemeszterenként átlagosan 30 kreditet jelent (1 kredit=15 tanóra). (2. táblázat)

A korábbi képzésekhez (régi katonai vezető, hadmérnök) hasonlóan az első két tanulmányi évben az alapszak különböző képzési ágainak közös tárgyait hallgatják a tisztjelöltek, majd csak a harmadik tanévtől kerülnek a műszaki specializációra a szükséges létszámban.

A most hatályos képzési rendben első alkalommal idén, 2020. szeptemberben kezdte meg

tanulmányait a harmadik évfolyam (5. félév) a műszaki specializáción 13 fővel.

A fokozat megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma	240 kredit
Összes hallgatói tanulmányi munkaóra	7200
Hallgatói munkamennyiség kreditben egy tanulmányi félévben:	átlagosan 30 kredit
Egy tanulmányi félévben a tanórák száma nappali munkarendben	átlagosan 450 tanóra
A heti tanórák jellemző száma nappali munkarendben	átlagosan 30 tanóra, ebből a kredithez rendelt tanórák száma átlagosan: 30 tanóra
Egy tanulmányi félévben a tanórák száma levelező munkarendben	–
Szakmai gyakorlat(ok) időtartama	14 hét

2. táblázat A katonai vezető (BSc) képzési idő részletei

Forrás: Katonai vezetői alapképzési szak ajánlott tanterve 2020/2021. 17. oldal

A négy szakmai félév (5–8. félév) során összesen 89 kredit értékben tanulnak majd szakmai tantárgyakat, mindösszesen 1230 tanóraban, amely nem tartalmazza a szakdolgozat készítését és a szakmai elsőtishti csapatgyakorlatot (14 kredit, 240+28 tanóra). (3. táblázat)

210+126=336 óra 24 kr.	112+230=342 óra 24 kr.	168+188=356 óra 25 kr.	112+338=450 óra 30 kr.
5. félév	6. félév	7. félév	8. félév
Műszaki szakmai felkészítés 1. 6 kr. (K); 56+28	Műszaki szakmai felkészítés 3. 6 kr. (K); 56+28	Robbantás 4 kr. (K/ZV); 42+14	Műszaki támogatás 2. 6 kr. (K/Z); 42+28
Műszaki szakmai felkészítés 2. 6 kr. (K); 56+28	Műszaki szakmai felkészítés 4. 5 kr. (GY); 0+70	Műszaki zárás 2 kr. (K/Z); 14+14	Műszaki technikai eszközök 2. 4 kr. (K/Z); 28+14
(V) 2 kr. (ÉÉ); 14+14	Csapatgyakoroltatás 1. 6 kr. (GY); 0+90	Erődítés-álcázás 3 kr. (ÉÉ/Z); 28+14ra	Átkelés 4 kr. (ÉÉ/Z); 28+14
Műszaki alapozó ism. 1. 5 kr. (GY) ÉÉ; 42+28	Hadiútépítés 3 kr. (ÉÉ/Z); 28+14	Műszaki támogatás 1. 3 kr. (B); 28+14	(V) 2 kr. (ÉÉ); 14+14
Műszaki alapozó ism 2. 3 kr. (GY) ÉÉ; 28+14	Műszaki technikai eszközök 1. 2 kr. (ÉÉ); 14+14	Hadihidépítés 3 kr. (ÉÉ/Z); 28+14	
(V) Műszaki alapozó felkészítés 2 kr. (ÉÉ); 14+14	(V) 2 kr. (ÉÉ); 14+14	Csapatgyakoroltatás 2. 6 kr. (GY); 0+90	
		(V) Műszaki számítási gyakorlatok, szakmai tervek 2 kr. (ÉÉ); 14+14	Szakmai csapatgyakorlat 0 kr; (A); 0+240
		(V) 2 kr. (ÉÉ); 14+14	Szakdolgozat készítés 14 kr (ÉÉ); 0+28

3. táblázat A műszaki specializáció oktatási féléveinek tartalma.

Forrás: szerkesztette a szerző.

A robbantás oktatása a műszaki tisztképzés során

A katonai robbantás oktatása már az első szakmai félévben (5. szemeszter) megkezdődik.⁵⁸

Az 5. félévben a Műszaki alapozó ismeretek 2. tantárgy 42 tanórájából egyaránt 14–14 óra a robbantás-műszaki zárás alapismeretek, az erődítés-álcázás alapismeretek és a műszaki támogatás alapismeretek, a tárgy pedig évközi jegy (ÉE) értékeléssel zárul. A tematika része a robbantás biztonsági rendszabályai, a robbanóanyagok, gyújtószerkezetek alapismerete és a töltetek, valamint jellemzőik ismerete.

A 6. félévben a Műszaki szakmai felkészítés 3. tárgya 84 tanórájából már 28–28 óra a robbantás-műszaki zárás, az erődítés-álcázás és a műszaki támogatás ismeret, a tárgy pedig kollokviumi vizsgálattal (K) zárul. A robbantási rész tematikája a töltetek iniciálásának és a gyújtóhálózatok kiépítésének, alkalmazásának kérdéseit tartalmazza. Ebben a félévben a Csapatgyakoroltatás 1. tantárgy 90 gyakorlati órájából még 16 órát (2 kiképzési nap) tervezünk plusz robbantás gyakorlati képzésként a MH 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezrednél végrehajtani.

A negyedik tanév első felében (7. félév) a Robbantás tantárgy 56 tanórájában a különböző szerkezeti elemek (fa, fém, beton, vasbeton), illetve a talajok hajító és lazító robbantása, valamint a háborús rombolási/robbantási feladatok (út, híd, épület, műtárgyak) képezik a tematikát, a tárgy a félév végén ismét kollokviumi vizsgálattal (K) zárul. Ugyanebben a szemeszterben „kötelezően” választható tárgyként a Műszaki számítási gyakorlatok, szakmai tervek tantárgy 28 órája is a robbantás oktatásához tartozik majd, mely során különböző robbantási számításokat, illetve egy-egy önállóan készített robbantási tervet készítenek a hallgatók. A terepfoglalkozások tekintetében a Csapatgyakoroltatás 2. tantárgy 90 gyakorlati órájából ismét 16 órát (2 kiképzési nap) tervezünk plusz gyakorlati képzésként a hódmezővásárhelyi Művelettámogató Műszaki Zászlóaljnál végrehajtani földrobbantást, valamint szerkezeti elemek robbantását gyakorolva.

A robbantás oktatása tehát tervezetten összesen 126 tanóra, melyhez tervezünk még 2*16 óra kiegészítő terepgyakorlatot, így mindösszesen 158 tanóra áll majd rendelkezésre a katonai robbantási ismeretek oktatására. Összevetve a szerző régi főiskolai indexében szereplő adatokkal (4. táblázat), megállapítható, hogy az akkori összes tanóra 3240 volt (szakmai tanóra: 1888, egyéb tanóra: 1352), és a szakmai órákból a robbantás-műszaki zárás ismeretek elsajátítására 234 óra (szaktárgyak 12,4%-a) állt rendelkezésre.

⁵⁸ A robbantási ismereteket, tematikát tartalmazó tantárgyak a 3. táblázatban zöld színnel vannak megjelölve.

Tárgy	Óra	Tárgy	Óra	Tárgy	Óra	Tárgy	Óra	Tárgy	Óra	Tárgy	Óra
Filozófia	32	Filozófia	36	Közgazd.ism.	36	Közgazd.ism.	36	Filozófia	30	Politikaelmélet	30
Hadtörténelem	10	Hadtörténelem	14	Angol nyelv	54	Szociológia	30	Politikaelmélet	30	Kat. nevelés	60
Katonai nevelés	24	Angol nyelv	54	Testnevelés	36	Angol nyelv	54	Speciális koll.	30	Testnevelés	36
Angol nyelv	46	Testnevelés	36	Szabályzat ism	18	Testnevelés	36	Testnevelés	36	Igazgatási ism	12
Testnevelés	30	Szabályzat ism	16	Gépelemek	36	Szabályzat ism	12	Szabályzat ism	58	CSKSZM	38
Sorkat.alapik.	90	Katonai tereptan	36	Geotechnika	18	Kat.ped. Pszich.	40	Katonai vezetés	18	Műszaki gépek	76
Szabályzat ism	4	Vegyi kiképzés	8	Építéstan	72	Mű biztosítás	44	Mű biztosítás	90	Átkelés	90
Alaki kiképzés	6	Gymű kiképzés	30	Mű. biztosítás	76	CSKSZM	32	Hadiútépítés	72	Erőd - álcázás	36
Ált. harcászat	10	Matematika	54	Hadiútépítés	50	Hadiútépítés	72	Hadiútépítés	54	Harcászat	14
Katonai tereptan	12	Számítástech	36	Hadihídépítés	18	Hadihídépítés	36	Műszaki gépek	50	Mű. biztosítás	58
Vegyi kiképzés	16	Mű. Mechanika	54	Műszaki gépek	54	Műszaki gépek	58	Robb - mű.zárás	72	Hadiútépítés	54
Híradó kiképzés	12	Geodézia	44	Robb - mű.zárás	72	Robb - mű.zárás	72			Hadihídépítés	36
Gymű kiképzés	32	Geotechnika	46			Erőd - álcázás	18				
Munkavédelem	4	Harcászat	24								
Jogi ismeretek	12	Hadiútépítés	34								
Igazgatási ism	2	Robb - mű.zárás	18								
Gazdasági ism	4										
Ált lőkiképzés	10										
Matematika	60										
Mű. Mechanika	72										
Műszaki rajz	34										
Geodézia	18										
Összes óra:	540	540		540		540		540		540	
Szakmai óra:	184	250		396		332		338		388	

4. táblázat A műszaki tisztképzés tartalma 30 évvel ezelőtt.

Forrás: szerkesztette a szerző.

A robbantás szakmai ismeretköre az évek során azonban csak bővült, új anyagok, eljárások és módszerek jelentek meg, amelyek megismerése persze további időigénnyel jár. Ma az 1230 szakmai órából a tematika szerint 126 óra (10,2%) a robbantás felkészítés, tehát pozitív változás ezen a téren sajnos nem történt.

Az oktatáshoz rendelkezésre álló idő megfelelő kihasználásához éppen ezért szükségesnek és hasznosnak tartom a katonai robbantástechnika területén jártas és elismert szakemberek (többek között Dr. Lukács László⁵⁹, Dr. Daruka Norbert⁶⁰, Ember István⁶¹) által jegyzett olyan szakmai művek részletesebb megismertetését a kiképzendő állománnyal, melyek számottevő

⁵⁹ Lukács László: A hidak robbantási szabályainak és módszereinek fejlődése a honi katonai robbantástechnikában. Műszaki Katonai Közlöny 25. (2015), 1. 39–66., Lukács László: Környezetkímélő katonai robbantások alkalmazása a Magyar Honvédségnél. Műszaki Katonai Közlöny 25. (2015), 2. 22–83., Lukács László: Szemelvények a földrobbantás elméletének és gyakorlatának fejlődéséből. Műszaki Katonai Közlöny 27. (2017), 1. 25–46., Lukács László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből: Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira. Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2017., Lukács László: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945–1990. között: I. rész: Robbanóanyagok és iniciálásuk. Katonai Logisztika 3. (2020), 241–277., valamint Lukács László: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945–1990. között II. rész: Robbantásos fémmegmunkálás. Katonai Logisztika 4. (2020), 194–242.

⁶⁰ Daruka Norbert: A jövő háborúi az improvizált robbanószerkezetek alkalmazásának tekintetében. Sereg Szemle XVI. (2018), 2. 7–22., Daruka Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei. Műszaki Katonai Közlöny 26. (2016), 1. 26–44., illetve Daruka Norbert – Kugyela Lóránd: Ipari robbanóanyagok megjelenésének lehetőségei az improvizált robbanószerkezetek kialakításának tekintetében; Fúrás-robbantástechnika 2018. XIV. Nemzetközi Konferencia Velence, (2018), 1. 155–174.

⁶¹ Ember István: Piaci szereplők proxy háborúja. Hadtudomány 31. (2021), E-szám, 1–11., Ember István: The role and the risks of explosive ordnance decontamination in Hungary. Science & Military (Veda a Vojenstvo) 16. (2021), 1. 32–42., valamint Ember István: Modern kumulatív töltet méretezésének lehetőségei. Műszaki Katonai Közlöny 32. (2022), 1. 5–15.

plusz ismeretet nyújtanak a katonai szabályzatokban leírt tananyaghoz, könnyebben érthetővé teszik a robbantási tematikák tartalmát.

A műszaki tisztképzés utolsó momentuma a záróvizsga, a katonai vezetői alapszak oklevelének megszerzéséhez szükséges elméleti és gyakorlati ismeretek, készségek és képességek ellenőrzése és értékelése, amelynek során a hallgatónak arról is tanúságot kell tennie, hogy a tanult ismereteket alkalmazni tudja. A záróvizsga a tantervben meghatározottak szerint több részből – szakdolgozat megvédése, további szóbeli, írásbeli, gyakorlati vizsgarészek – áll. Az alapszak minden hallgatója vizsgát tesz a közös képzési fázisban tanult összhaderőnemi, összefegyvernemi harcászati, és légierő csapatok harcászata ismeretekből (1 oktatási nap); a specializáció elméleti és/vagy gyakorlati ismeretéből és megvédi a szakdolgozatát (1–2 oktatási nap). A szakmai záróvizsga tantárgyai (Robbantás, Műszaki zárás, Erődítés-álcázás, Hadiútépítés, Hadihídépítés, Átkelés, Műszaki technikai eszközök és Műszaki támogatás) közül a robbantás ismeretkörét öleli fel a tételek arányosan legnagyobb része, jelezve, hogy ez a speciális, a katonai BSc. alapképzés során kizárólag a műszaki tisztjelölteknek oktatott ismeretkör, ahogyan a múltban, úgy a jövőben is, kiemelten fontos része a műszaki szakmai tudásnak és felkészültségnek.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Daruka Norbert: A jövő háborúi az improvizált robbanószerkezetek alkalmazásának tekintetében. Sereg Szemle: A Magyar Honvédség Összhaderőnemi Parancsnokság Folyóirata XVI. (2018), 2. 7–22.
- Daruka Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei. Műszaki Katonai Közlöny 26. (2016), 1. 26–44.
- Daruka Norbert – Kugyela Lóránd: Ipari robbanóanyagok megjelenésének lehetőségei az improvizált robbanószerkezetek kialakításának tekintetében; Fúrás- robbantástechnika 2018. XIV. Nemzetközi Konferencia Velence, (2018), 1. 155-174.
- Ember István: Piaci szereplők proxy háborúja. Hadtudomány 31. (2021), E-szám, 1–11.
- Ember István: The role and the risks of explosive ordnance decontamination in Hungary. Science & Military (Veda a Vojenstvo) 16. (2021), 1. 32–42.
- Ember István: Modern kumulatív töltet méretezésének lehetőségei. Műszaki Katonai Közlöny 32. (2022), 1. 5–15.
- Jacobi Ágost: A Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban 1914–1918. Budapest, Közlekedési Nyomda K. F. T., 1938.
- Katonai Vezetői Alapképzési Szak Ajánlott Tanterve. Alkalmazandó: a 2020/2021 tanévtől felmenő rendszerben. Nemzeti Közszerkezet Eger
- Lukács László: A hidak robbantási szabályainak és módszereinek fejlődése a honi katonai robbantástechnikában. Műszaki Katonai Közlöny 25. (2015), 1. 39–66.

- Lukács László: Környezetkímélő katonai robbantások alkalmazása a Magyar Honvédségnél. Műszaki Katonai Közlöny 25. (2015), 2. 22–83.
- Lukács László: Szemelvények a földrobbantás elméletének és gyakorlatának fejlődéséből. Műszaki Katonai Közlöny 27. (2017), 1. 25–46.
- Lukács László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből: Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira. Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2017. ISBN: 9786155680359
- Lukács László: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945–1990. között: I. rész: Robbanóanyagok és iniciálásuk. Katonai Logisztika 3. (2020), 241–277.
- Lukács László: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945–1990. között II. rész: Robbantásos fémmegmunkálás. Katonai Logisztika 4. (2020), 194–242.
- Lukács László: A műszaki tisztképzés múltja, jelene és várható jövője az oktatás és a tudományos kutatás tükrében. Földi L. (szerk.): Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I. Oktatói kötet, Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2020, 53–80. ISBN 978-963-531-439-3

POSSIBLE USE OF 3D PRINTER IN CERTAIN SPECIAL BLASTING TASKS

3D NYOMTATÓ ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGE EGYES SPECIÁLIS ROBBANTÁSI FELADATOKNÁL

EMBER István⁶²

Abstract

The 3D printers provide perfect opportunity for engineers to produce their imaginary parts and tools in a quick and cheap way. However, this stuff has a great role not just in the field of developing. When procurement process become problematic because of an isolation, or the aim of fabrication is a small number of products these technologies steal a march on others. The production of parts of small size shaped charges with 3D printers is cheap and simple chance for professionals. Besides of this, these non-metal charges are able to penetrate steel targets with proper efficiency.

Keywords: 3D printing, shaped charge, blasting, modern.

Összegzés

A 3D nyomtatók remek lehetőséget biztosítanak a mérnököknek, hogy a megálmodott alkatrészeket, eszközöket gyorsan, olcsón elkészíthessék. De nem csak a fejlesztésben van jelentőségük. Amikor a beszerzés nehézkessé válik valamilyen elszigeteltség miatt, vagy kis sorozatban készült termékekről van szó szintén ez a technológia kerül előnybe. A kis méretű kumulatív töltetek alkatrészeinek elkészítése 3D nyomtatással egyszerű és olcsó lehetőség a szakemberek kezében. Mindezeket túl a fémmentes töltetek is képesek megfelelő teljesítményre a fém céltárgyak átütésében.

Kulcsszavak: 3D nyomtatás, kumulatív töltet, robbantás, modern.

BEVEZETÉS

A robbantástechnika fejlődése napjainkban jelentős. Fontos tehát a terület alapos és minden részletre kiterjedő, revízió jellegű tudományos vizsgálata megfelelő időszakonként. Egyes módszerek, anyagok és eszközök nem változnak, de vannak olyan szegmensek, melyek fejleszthetők a technológia alakulásával párhuzamosan.

A katonai robbantástechnika tekintetében is fontos ilyen elemző vizsgálatok végzése, mert vannak olyan meghatározó kutatási területek, [1] melyeken elvárt, hogy naprakész eredményekkel rendelkezünk.

A 3D nyomtatók már nem tartoznak az extrém új technológiák közé, gyakorlatilag bárki számára elérhető eszközökről beszélhetünk. Természetesen vannak olyan speciális változatai melyekkel kompozitokat, fémeket lehetséges nyomtatni és ezek esetében jelentős befektetés a beszerzés.

Véleményem szerint a robbantástechnika egyes részfeladatai során is segítségünkre lehetnek ezek az eszközök. A kumulatív lyukasztó- és vágótöltetek esetében úgy gondolom, hogy van lehetőség a terület elemzésére. Sok tekintetben vitatható lehet, hogy kizárólag fémmentes

⁶² Nemzeti Közszerológáti Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Múveleti Támogató Tanszék, egyetemi tanárségéd; Nemzeti Közszerológáti Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Hadtudományi Doktori Iskola, doktorandusz. e-mail: Ember.Istvan@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9877-0366>

gyártást vizsgáljunk, de a műanyagok is képesek lehetnek béléstestanyagként átütést produkálni. [2] Természetesen ebben az esetben kisebb teljesítménnyel kell számolni a teljesítmény vonatkozásában.

A fentiek figyelembevételével érdemesnek tartom megvizsgálni, hogyan teljesíthetnek ezek a 3D nyomtatással készült töltetek a valóságban.

A 3D nyomtatás napjainkban

A teljesség igénye nélkül szeretnék bemutatni néhány napjainkban elterjedt és sikeresen alkalmazott additív gyártási technológiát. Véleményem szerint az alkalmazott eljárások mindegyike kiváló, azok között dönteni az alkalmazott anyagok, gyártási idő, gyártási minőség és egyéb gazdasági szempontok alapján szükséges. Mivel egyre nagyobb az igény ezekre a 3D nyomtatókra a gyártók száma is jelentősen nőtt az elmúlt időszakban.

A 3D nyomtatás a prototípus gyártás minden gazdasági problémáját megoldó lehetőséggé változott a fejlesztéssel foglalkozó szakemberek körében. Napjainkban azonban a szerepe felértékelődött. Manapság már a kis darabszámú sorozatban szükséges termékek gyártásának univerzális megoldása lett. Nincs szükség gyártósorokat létesíteni, átállítani hatalmas költségekkel, ha ilyen megfelelő teljesítményű eszközökkel készítjük el a termékeket. Ez egy újabb módszer lehet a kedvezőbb árú termékek gyártására, illetve a ritka és az extrém ritka vásárlói igények kielégítésére.

Az első bemutatandó és a háztartásokban talán legelterjedtebb típus a szálhúzásos vagy szálolvasztásos⁶³ eljárással üzemelő változat. Az alapanyag tekercselve kerül a készülékre és a felcsévélő szálát⁶⁴ egy mechanizmus, az úgynevezett „hotend” alkatrészbe húzza, ahol ~200°C hőmérsékletű⁶⁵ olvadékként extrudálja ki magából a szerkezet. A kiáramló forró anyag rétegekben kerül a tárgylapra. A rétegek egymásra építéséhez szükséges elmozdulást a tárgylap és a nyomtatófej különálló vagy együttes, összegezve három tengelyen végzett mozgása biztosítja. Leggyakoribb alapanyag ennél a nyomtatási formánál a politejsav,⁶⁶ de többek között ABS⁶⁷, ASA⁶⁸, PET-G⁶⁹ és nylon termékek elkészítése is lehetséges. Ez a technológia lehetővé teszi akár több szín alkalmazását a nyomtatófejek számának függvényében. [3]

⁶³ FDM – Fused Deposition Modeling.

⁶⁴ Filament.

⁶⁵ A hőmérséklet alapanyagfüggő.

⁶⁶ Polylactic-acid.

⁶⁷ Akrilnitril-butadién-sztirol.

⁶⁸ Akril-sztirol akrilnitril.

⁶⁹ Polietilén-tereftalát-glikol.

Az SLA⁷⁰ változatú 3D nyomtatók teljesen eltérő elvet alkalmaznak az előzőtől. Nagyon pontos, precíz termékek készíthetők ilyen eszközökkel, ezért előszeretettel alkalmazzák olyan esetekben amikor a nagy pontosság elengedhetetlen egy alkatrész esetében, vagy művészi szintű a végtermék. Egy fényre keményedő műgyantába világít bele egy lézersugár a nyomtatás során. A világítás helyén az anyag megkeményedik és az elkészült tárgy felülete kifejezetten sima lesz a technológiának köszönhetően. [3]

A harmadik változat a por alapú színes kompozit nyomtatás.⁷¹ Ebben a nyomtatóban a nyomtatási terület kompozit porral fedett. A kívánt rétegekhez a nyomtató egy speciális ragasztót adagol, de ez kiegészíthető színező anyagokkal is. A nyomtatás befejezése után a felesleges kompozit por eltávolítható és újra felhasználható. A végtermék egyedi felülettel rendelkezik, mely homokkő érzetet kelt tapintásra. [3]

Az utolsó bemutatni kívánt változat a fémek nyomtatásához köthető. Az úgynevezett „Binder Jetting” technológia szintén porok alkalmazásával operál. A különböző fémeket tartalmazó port rétegről-rétegre teríti el, melyekhez a kívánt részen folyékony kötőanyagot adagol. A szilárdulást követően a termék utómunkálatokat igényel. A teljesen elkészült tárgyakat kemencében, magas hőfokon szilárdítják meg. Ez az eljárás kiválóan alkalmas teljes funkcionalitású eszközök nyomtatására. [3]

Természetesen vannak még más, részben eltérő változatok, de a vizsgálat szempontjából ezek részletes bemutatása nem jelent további eredményeket. Azt is fontos megjegyezni, hogy a számtalan gyártó közül érdemes figyelemmel kísérni, hogy az egyes bevett nyomtatási változatok közül vannak komoly eltérések a gépek mechanikai és szoftveres kialakításában.

Összegezve kijelenthető, hogy igen széles választékból lehet meríteni a 3D nyomtatók területén, melyek közül több alkalmas lehet egyes robbantástechnikában alkalmazott alkatelem gyártására.

A technológia alkalmazási lehetősége a robbantástechnikában

A fent bemutatott additív gyártási megoldások esetében több is számításba jöhet a vizsgált terület vonatkozásában. Fontosnak tartom ezért kiválogatni azokat részterületeket, ahol felmerülhet ennek a technológiának a bevezetése.

Alapvetően és döntően a különböző töltetek kialakításánál vehetjük hasznát a 3D nyomtatásnak, különös tekintettel akkor, ha viszonylag kevés, egyedi méretű ilyen eszköz szükséges. Mivel a robbanóanyagok ilyen jellegű formázása az ismert technológiai keretek

⁷⁰ Stereolithography.

⁷¹ CJP – Color Jet Printing.

között még nem lehetséges, kizárólag a töltetek házáat és esetleg belső alkatrészeit lehetséges így elkészíteni. Tökéletes lehet kis méretű idomtöltetek, kumulatív töltetek és vágótöltetek házáat elkészítésére. A kumulatív vagy vágótöltetek esetében a béléstest kialakítására is alkalmas lehet egy ilyen 3D nyomtató.

Természetesen ezek meghatározóan a helyszínen készre szerelhető töltetek lehetnek. A töltetházba helyezett robbanóanyag az elvárt teljesítmény miatt valamilyen brizáns, katonai típus [4] lehet, de elképzelhető főleg ipari felhasználású [5] változat is. Tulajdonságait tekintve plasztikus vagy folyékony részesíthető előnyben, mely bináris, több komponensű [6] is lehet. Azt azonban fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy a robbanóanyagok esetleges toxikus tulajdonságai miatt a helyszíni elkészítés fokozott elővigyázatosságot követel a szakemberektől, akik kezelik őket.

Az így elkészített töltetek alkalmasak lehetnek épületbontási feladatoknál, fém tartószerkezetek vágására, kábelek nyírására, de eljegesedett vízi műtárgyak jégmentesítésénél is hasznosak lehetnek egyes kis méretű kumulatív töltetek. Ez utóbbi esetben főleg akkor, ha a kézi erővel végzett feladat aránytalanul sokáig tartana, vagy gyorsan szükséges elvégezni a jégmentesítést.

A katonai területen is izgalmas felhasználási irányok adódhatnak. A tűzszerészek rengeteg robbantási feladatot hajtanak végre, melyek során hatástalanítják a robbanótesteket hazánkban. [7][8] Ezek a robbantások esetenként megkövetelik, hogy precíziós kumulatív tölteteket alkalmazzanak a szakemberek. [9] Ennek a tevékenységnek az egyik legnagyobb szakértelmet igénylő része, amikor vegyi töltetű robbanótestekkel kell szembenézni a katonáknak. Ez az úgynevezett ABV⁷² tűzszerész tevékenység. [10] Ezeken a különleges felkészültséget igénylő feladatokon túl a Magyar Honvédség (MH) tűzszerészeinek a terrorizmus fegyvereit [11], az improvizált robbanótesteket [12][13] szintén ismerniük kell. Esetenként ezek a feladatok is megkövetelhetik a kis méretű kumulatív töltetek alkalmazását.

Kumulatív töltet 3D nyomtatással

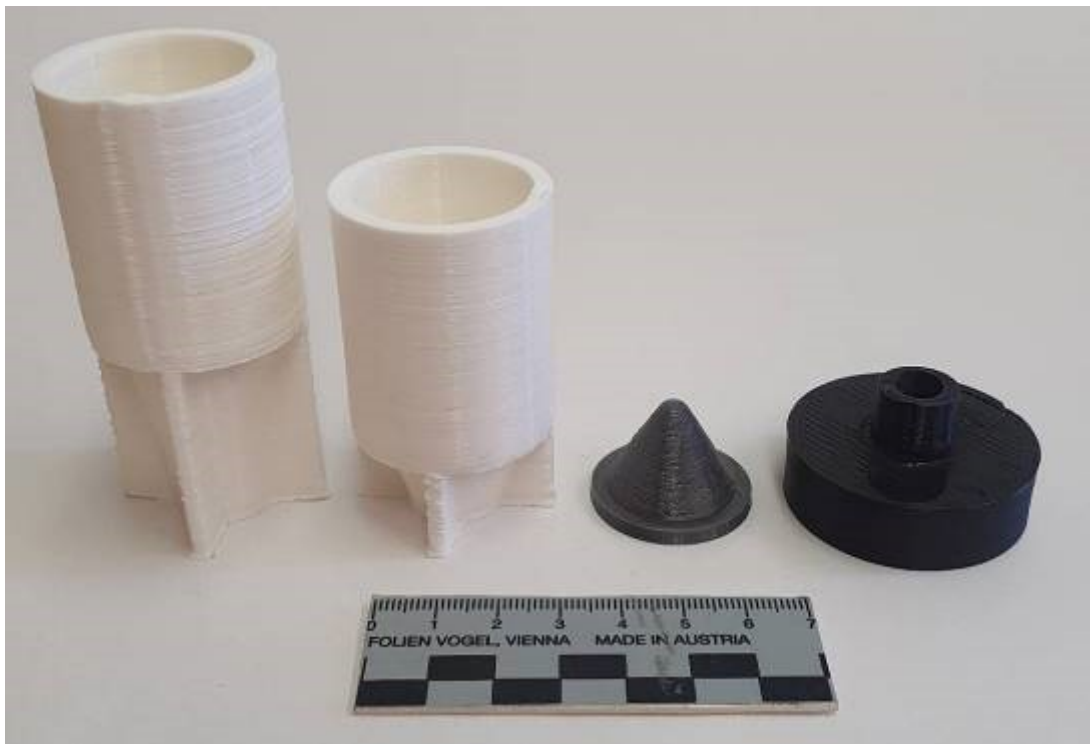
A kumulatív töltetek esetében tanulmányom szempontjából a kis méretű változatok a mérvadók. Az árvízi védekezésnél alkalmazott nagy méretű változatok [14] kialakítása nagy méretű nyomtatót kívánna, melyek kifejezetten ritkák és a beszerzésük is nagyobb erőforrásokat igényel. A kis méretű változatok gyártása azonban könnyen lehetséges. Mindezek mellett hazánkban van is kutatói irányultság ezek vizsgálatára. [15] A témát ismerő szakemberek számára a kumulatív hatás egy kifejezetten érdekes részterület, melynek lehetnek még felfedezetlen részletei.

⁷² Atom, biológiai és vegyi.

A kumulatív töltetek méretezésére több eljárás lehetséges. [16][17][18] Jelen esetben egy kombinált módszert alkalmaztam, mert az eddigi bevett gyakorlat döntően és meghatározóan fém béléstestekkel számolt. Éppen ezért a béléstest esetében egy tipikusnak nevezhető kúpot választottam, 60°-os kúpszöggel. A kúp belső átmérőjéhez (25 mm) számítottam ki a töltet többi méretét. Mikor a béléstest méretei már rendelkezésemre álltak, meghatároztam a töltetház paramétereit. Fontos részlet, hogy a gyutacs pozíciója és a kúp teteje közötti távolságot úgy választottam meg, hogy a robbanóanyagban fel tudjon futni a detonációs sebesség a jellemző mértékre, ezen a rövid távolságon is.

A töltethez készítettem egy kupakot mellyel a plasztikus robbanóanyagba formázható meg a gyutacs helye. Ez fontos részlet, mert a töltet forgástengelye és a gyutacsé egybe kell, hogy essen az ideális működés érdekében. Azért, hogy a behelyezett gyutacs a központi pozícióból ne tudjon elbillenni egy támasszal ellátott kupakot is terveztem a töltethez.

A nyomtatást a fent bemutatott technológiák közül az FDM-el végeztem el. A nyomtató típusa CraftBot 3 volt, az alkalmazott tervező szoftver FreeCAD 0.19, az elemek szeletelését a nyomtatáshoz pedig CraftWare szoftverrel végeztem. Az alapanyagok azonos gyártó filamentjei voltak, melyek a színük kivételével azonos paraméterekkel rendelkeztek.



1. kép 3D nyomtatással készült kumulatív töltet alkatelemei

Forrás: a szerző gyűjteménye.

A vizsgálat eredményeképpen több töltetváltozat készült. Tanulmányomban most a 25 mm-es belső átmérőjű béléstesttel készített változatot (1. ábra) mutatom be. Két fókusz távolsággal

készültek annak érdekében, hogy szélesebb spektrumból kapjunk képet a hatékonyságukról.

A töltetek paraméterei a következők voltak:

- a töltetház magassága: 70 és 95 mm;
- a töltetház külső átmérője: 41 mm;
- a töltetház falának vastagsága: 3 mm;
- a töltetház anyaga: PLA;
- a töltetek fókusz távolsága: 25 és 50 mm;
- a béléstartest alakja: kúp;
- a béléstartest kúpszöge: 60° ;
- a béléstartest falának vastagsága: 3 mm;
- a béléstartest anyaga: PLA;
- az alkalmazott robbanóanyag: Semtex–H;
- az alkalmazott robbanóanyag tömege: ~ 49 g.

A vizsgálatok elvégzésében a MH 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezred állománya segített, szakértelmük nagyban hozzájárult a kutatás sikeréhez.⁷³ A céltárgyak 15 mm vastag homogén acéllemezek voltak, $\sim 80 \times 80$ mm-es felülettel. A tölteteket a céltárgyak közepére helyeztem el, majd pillanatragasztóval rögzítettem. Mindkét vizsgált változatnál három robbantást hajtottunk végre annak érdekében, hogy kiküszöböljük az esetleges hibákat a mérésekben. Természetesen egy végtermék kialakításához további fejlesztések és robbantásos vizsgálatok szükségesek, de véleményem szerint kiindulási alapnak megfelelő képet kaptunk.

Az elvégzett robbantások tapasztalatai alapján a céltárgyak mindegyikén teljes átütést tapasztaltunk (2. ábra). A belépési felületen éles, kifelé hajló perem alakult ki minden esetben. A kisebb eltartású töltet esetében 18–19 mm-es behatolási átmérő keletkezett és az üreg szabályos szerkezetű volt. A kilépési felületen 9–10 mm magas perem alakult ki a céltárgy alján.

A nagyobb fókusz távolsággal robbantott változat kissé eltérőbb képet mutatott. A belépési felületen itt is kialakult egy éles perem. Az üreg azonban nem mutatott homogén keresztmetszeti képet. A behatolás 17–20 mm átmérőben történ majd a lyuk hirtelen szűkült. A kilépési felületen itt is megjelent a magas perem (9–14 mm). Ez a változat is teljes átütést produkált, de a végeredmény - annak ellenére, hogy az üreg nem volt szabályos – mégis azt sugallja, hogy ebben a típusban is van még erő tartalék.

⁷³ Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3-II-NKE-26 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



2. kép Egy átütött céltárgy

Forrás: készítette a szerző.

Mindkét vizsgált típus esetében kijelenthető, hogy magabiztosan képesek 15 mm vastag homogon acél átütésére. Azonban meg kell említeni, hogy jelentős erőtartalék érezhető mindkét változatnál. A céltárgy vastagságának 20 mm-re növelésével valószínűleg elérnék a töltetek teljesítményének határait, de ezt egy külön robbantási sorozattal kell majd igazolni a jövőben.

Összegzés

A vizsgálat eredményeit tekintve kijelenthető, hogy eredményesen zárultak. Sikerült igazolni, hogy a 3D nyomtatók segítségével lehetséges olyan töltet elemeket, részegységeket készíteni, melyek a gyakorlatban is megállják a helyüket.

A két változat esetében elvégzett robbantások száma ugyan nem kiemelkedő, de alapja lehet további vizsgálatoknak, optimalizáló folyamatoknak, méretezési eljárásoknak. Az esetleges jövőbeli végtermék kialakítása érdekében további kísérletek szükségesek. Nem csak robbantási tekintetben kell még kutatási folyamatokat végezni, a kialakítás esetében is szükség lehet fejlesztésekre, hogy a termék valóban megfeleljen a magas követelményeknek.

Habár nem volt kitűzött cél, de mindenképpen fontos terület napjainkban a környezet védelme. Az alkalmazott alapanyag PLA volt, ami egy környezetben viszonylag gyorsan lebomló vegyület, tehát ebből a tekintetből is jól vizsgázott a töltet.

Mivel az eredmények nagyon jónak nevezhetők, más töltetváltozatok vizsgálata is számításba jöhet. Érdemes lenne kísérleteket folytatni nagyobb eltartással, de megegyező egyéb paraméterekkel rendelkező töltetekkel is igen vastag céltárgyakon, annak érdekében, hogy mintát lehessen azonosítani a behatolás és az eltartás között ennél a béléstest változatnál.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Boda József – Boldizsár Gábor – Kovács László – Orosz Zoltán – Padányi József – Resperger István – Szenes Zoltán: A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök. *Államtudományi Műhelytanulmányok* (2016), 16. 1–23. Online: <http://www.med.u-szeged.hu/download.php?docID=90702> (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [2] Agu, Henry Obediah: The effect of 3D printed material properties on shaped charge liner performance. PhD értekezés, Cranfield University, United Kingdom, 2019. Online: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/15285>
- [3] Manubim: 3D nyomtatás technológiák. Online: <https://www.manubim.hu/3d-printing-technologies> (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [4] Lukács László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből, Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira. Budapest, Dialóg Campus Kiadó, 2017.
- [5] Daruka Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 26. (2016), 1. 26–44. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2187/1456> (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [6] Kugyela Lóránd: A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. *Katonai Logisztika*, 28. (2020), 4. 58–75. Online: <https://www.mkle.net/products/a2020-4-szam/> (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [7] Ember István: The role and the risks of explosive ordnance decontamination in Hungary. *Science & Military (Veda a Vojenstvo)* 16. (2021), 1. 32–42. Online: http://ak.aos.sk/images/repozitar/sam/sam_1_2021/sam_1_2021_5.pdf (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [8] Ember István: A lőszermentesítés szerepe az építőiparban. *Építőanyag* 72. (2020), 2. 59–63. Online: https://epitoanyag.org.hu/wp-content/uploads/2020/05/10.14382_epitoanyag-jsbcm.2020.9.pdf (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [9] Ember István: Kumulatív töltetek alkalmazási lehetősége tűzszerész szakfeladatok során. In Szelei Ildikó (szerk.): *A hadtudomány és a 21. század*. Budapest, Colorcom Media Kft., 2022, 8–16.
- [10] Berek Tamás: ABV (CBRN) tűzszerészcsoporthoz, mint a biztonsági kihívásokra adott válaszlépés. *Bolyai Szemle*, 25. (2016), 4. 22–34. Online: [https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14564/ABV%20\(CBRN\)%20t%20zszer%20csoporthoz,%20mint%20a%20biztons%20elgi%20kih%20EDv%20E1sokra%20adott%20v%20E1laszl%E9p%E9s.pdf?sequence=1](https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14564/ABV%20(CBRN)%20t%20zszer%20csoporthoz,%20mint%20a%20biztons%20elgi%20kih%20EDv%20E1sokra%20adott%20v%20E1laszl%E9p%E9s.pdf?sequence=1) (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [11] Tomolya János – Padányi József: A terrorizmus jelentette kihívások. *Hadtudomány*, 22. (2012), 3–4, 34–67. Online: https://www.mhtt.eu/hadtudomany/2012/3_4/HT_2012_3-4_Tomolya_Padanyi.pdf (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [12] Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012a), 2. 37–52. Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_2_03%20IED-k%20f%C5%91bb%20t%C3%ADpusai%20-%20Kov%C3%A1cs%20Z.pdf (Letöltés: 2022. 08. 30.)

- [13] Kovács Zoltán: Fontos létesítmények IED elleni védelme. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012b), ksz. 35–44. Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_k_05%20IED%20elleni%20v%C3%A9delem%20-%20Kov%C3%A1cs_Z.pdf (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [14] Daruka Norbert: Jégvédekezés robbantással. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24. (2014), 4. 51–97. Online: [h https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2014_4_4_Jegvedekezés%20robbantással.pdf](https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2014_4_4_Jegvedekezés%20robbantással.pdf) (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [15] Kugyela Lóránd: Experiments with Small Size Shaped Charges. *Hadmérnök*, 14. (2019), 2. 99–110. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/284/69> (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [16] 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.
- [17] Ember István: Modern kumulatív töltet méretezésének lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32. (2022), 1. 5–15. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/5870/4899> (Letöltés: 2022. 08. 30.)
- [18] Ember István: Alternatíva a tűzszerész szakfeladatok során alkalmazható kumulatív töltetekre. *Seregszemle*, 14. (2016), 3–4. 50–63. Online: <http://docplayer.hu/68314588-A-magyar-honvedseg-osszhaderonemi-parancsnoksag-folyoirata-seregszemle-fegyver-fegyver-fegyver-kevantatik-es-jo-vitezi-resolutio.html> (Letöltés: 2022. 08. 30.)

PRODUCTION AND USE OF HOME-MADE EXPLOSIVE DEVICES IN EXPLOSIVE ATTACKS

HÁZI KÉSZÍTÉSŰ ROBBANÓSZERKEZETEK ELŐÁLLÍTÁSA, ALKALMAZÁSA ROBBANTÁSOS MERÉNYLETEK SORÁN

SZALKAI László⁷⁴

Abstract

The purpose of terrorist attacks is not just to create an immediate panic, but to create long-term fear in the population and a warning to survivors that no one is safe. In recent years, there have been dozens of terrorist attacks carried out with home-made explosive devices. These explosive devices are assembled from materials specific to the area. In the Middle East, they mostly use low-quality components, but they are still functional. Cheap, often unreliable products have a significant impact on the design possibilities of explosive devices in theatre and make their detection extremely difficult.

Keywords: Improvised Explosive Device, blast, junk products.

Összegzés

A terrortámadások célja nemcsak egy azonnali pánikkeltés, hanem hosszú távú félelemkeltés a lakosságban és egyfajta figyelmeztetés a túlélőknek, hogy senki sincs biztonságban. Az elmúlt években több tucat terrortámadás történt, melyeket házi készítésű robbanószerkezetekkel hajtottak végre. Ezek a robbanóeszközök az adott területre jellemző alapanyagokból vannak összeállítva. A Közel-Keleten többnyire gyenge minőségű alkotóelemeket használnak, mégis működőképesek. Az olcsó, gyakran megbízhatatlan termékek jelentősen befolyásolják a hadszíntereken fellelhető robbanószerkezetek kialakítási lehetőségeit és rendkívül megnehezítik azok felderítését.

Kulcsszavak: házi készítésű robbanószerkezet, robbanás, bűvölgény termékek.

BEVEZETÉS

A II. világháborút követően a vesztesek vagy magukat annak tartó országok, etnikai kisebbségek újra felfedezték maguknak a politikai akaratnyilvánítás általuk vélt leghatásosabb eszközét a terrorizmust. A tömegkommunikációs rendszerek ugrásszerű fejlődése lehetővé tette, hogy a világban élő kisebbségek megismerjék a terrorizmusban rejlő lehetőségeket, módszereket, alkalmazható eszközöket. A terrorizmus szervezetei általuk elkövetett bűncselekményeket előre eltervezett módon, konspiráltan, félelemkeltési szándékkal követik el úgy, hogy ezek hatással legyenek minden társadalmi rétegre, illetve a közvéleményre. Cselekedeteikkel arra törekednek, hogy befolyásolják a politikai döntéseket meghozó szervezeteket. [1] A terrorista szervezetek ellen restriktív biztonságpolitikai lépésekkel igyekeznek fellépni; adatgyűjtéssel, megfigyeléssel, korlátozó intézkedésekkel akadályozzák a terrorista sejt tevékenységét a legnagyobb mértékben ellehetetlenítve kapcsolattartási és mozgásterét. Sajnos megfigyelhető a demokratikus államok általában nem képesek megfelelő intenzitással, eszközökkel fellépni a terrorizmussal szemben, habár a korábbi eseménykövető feldolgozási rendszert leváltani igyekszik a felderítő, megelőző szemléletmód.

⁷⁴ Nemzeti Közszerolgalati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz – University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, Ph.D. student; szalkai.laszlo81@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4843-4591.

Napjainkban a terrorizmus legfélelmetesebb elkövetési formája a robbantással elkövetett bűncselekmények. Ezeknek a szerkezeteknek elkészítése változatos módon lehetséges. Alkalmazásuk rohamos ütemben fejlődik. A felgyorsult információcsere világában a terroristák közötti kapcsolattartás pillanatok műve. Számtalan receptet találhatunk a világhálón a számunkra legmegfelelőbb eszköz elkészítésére. [2][3] Ezeknek a szerkezeteknek az elkészítése az egyén személyes képességének függvényében változhat.

Nyilvánvaló, hogy a felhasználásra kerülő alkotóelemek beszerzése a terrorista szervezetek kiterjedt bűnhálózatában könnyedén lehetséges. Ezek megakadályozása leginkább a felkészült felderítési módszerek professzionális alkalmazásában rejlik. Napjainkban a terrorcselekmények felderítése és ez általi megakadályozása az európai terrorelhárító és bűnüldöző szervezetek elsődleges feladata.

*„A háború a politika folytatása más eszközökkel”
Carl von Clausewitz*

Az improvizált robbanóeszközök kialakulása, meghatározása, típusai, jellemzői

Az improvizált robbanóeszközök (IED⁷⁵) kialakulásának okai

Kialakulása visszavezethető a II. világháború eseményeire, amikor a német haderő gyors előre vonulása miatt, a szovjet csapatok fegyverkészleteik nagy részét elveszítették és védelmük érdekében improvizált támadó eszközöket készítettek. Az első ilyen eszköz alkalmazása a spanyol polgárháborúhoz köthető, ahol Franco tábornok katonái egy ellenséges szovjet harckocsioszlopot tartóztattak fel. Ez az eszköz a méltán elhíresült „Molotov-koktél”⁷⁶ volt.

Az évek teltevel az improvizált robbanóeszközök jelentős fejlesztésen estek keresztül. Támadó, illetve pusztító erejük megnőtt a folyamatos haditechnikai fejlesztéseknek köszönhetően. Már nem volt célszerű az ellenséges csapatokat dobótávolságra megközelíteni.

Az új eszközöket már távirányítással hozták működésbe. Ezek a vietnámi háborúban alkalmazott „Booby trap”⁷⁷, avagy meglepőáknak voltak. Ezekre a fejlesztésekre hamar felfigyeltek világszerte a szélsőséges vallási terrrorszervezetek és eredménnyel alkalmazták politikai akaratnyilvánításuk kifejezésére. Ezeket a szerkezeteket területi adottságaik révén különböző módon alkalmazták. Háborús térségekben rendkívül jó hatóerejű, pusztító képességű szerkezeteket állítottak elő a hadianyagok improvizált felhasználásával.

⁷⁵ IED – Impovised Explosive Device – házilagos készítésű robbanószerkezet.

⁷⁶ Molotov-koktél: Egy üvegpalackba helyezett gyúlékony anyag keveréke (gázolaj, benzin, kátrány, zsiradék), melyet az üveg nyakán lévő fojtással lezárnak. A fojtásból kilógó kanócot a felhasználás előtti pillanatban meggyújtják és a célpont felé dobják. Az üvegpalack a becsapódást követően széttröcsen, melyet az égő kanóc meggyújt. Az így alkalmazott eszköz a támadott járművet kigyújtja.

⁷⁷ Booby trap: Egy olyan robbanószerkezet, melynek álcázása miatt veszélytelennek tűnik. Elműködése megmozdítása következtében történik meg.

Alapvetően az „improvizált robbanóeszköz”, mint kifejezés az angol- és az iri konfliktus folyamán alakult ki, ahol az IRA⁷⁸ mezőgazdasági szerekből (műtrágya) állított elő robbanóanyagot.

Az idő teltével világszerte alkalmazásra kerültek az improvizált robbanó eszközök. Sajátossága, hogy a háborús területeken az ellenség által ledobott, el nem működött hadianyagot használták fel. Gyakran hatásfokának növelése érdekében fojtást alkalmaztak. A pusztító hatásának növelése érdekében több módszert is kidolgoztak. Például Afganisztánban az utak mentén helyezték el eszközeiket, hogy az arra haladó konvojok mellett működtessék el azokat. Ezek már távirányítású szerkezetek voltak melyeket mobiltelefonnal vagy egyszerű garázsajtó-nyitó berendezéssel hoztak működésbe. Itt már nem kellett az elkövető közeli személyes jelenléte. A csapda helyét általában kőkupacok vagy zászlók jelezték, amelyek a pontos elműködtetésben segítettek a merénylőt. [4]

Megfigyelhető napjainkban, hogy a robbanóanyag felderítésre alkalmazott technikai eszközök száma ugyan megnőtt, jelentős újításokkal biztonságosabbá tehetik életünket a rendvédelmi szervek azonban azzal is tisztában kell lennünk, hogy a terrorista szervezetek is igyekeznek „láthatatlanná” tenni eszközeiket. Ez nem csupán a rejtés módját jelenti, hanem a felhasznált kémiai vegyületek detektálásának megnehezítését is. Szükséges megemlíteni, hogy a telekommunikáció robbanásszerű fejlődése nagyban segítette a terrorista szervezetek kapcsolattartási képességének fejlődését. Ma az Internet világában pillanatok műve megszervezni egy összehangolt támadást. A szükséges felszerelések, eszközök egy napon belül beszerezhetők.

Az improvizált robbanóeszközök meghatározása, típusai, jellemzői

Mindenekelőtt néhány a témával kapcsolatos alapfogalmat kívánok leírni, - a robbanószerkezet működésének megértése céljából-, melyeket a szakmai követelmények megkívánnak.

A robbanás fogalma:” *Robbanásnak nevezzük az anyagi rendszernek igen gyors szétbomlását, ha az nagy energia felszabadulással jár*”⁷⁹[5]

Robbanóanyagnak nevezzük azokat a vegyületeket, keverékeket, melyek szükséges mértékű aktiválási energia hatására hirtelen nagy nyomású és hőmérsékletű gáztermékké alakulnak át. Kiterjedésük közben nagy teljesítményű munkát végeznek.

Felhasználási terület szerinti megkülönböztetünk:

- ipari robbanóanyagot;

⁷⁸ Irish Republican Army – Ír Köztársasági Hadsereg. Katonai jellegű nacionalista szervezet.

⁷⁹ SZOKOLAI Géza – NÉMETH László: Tűzszerészeti alapismeretek, CREDIT Információtechnikai Kft., 1998.

- katonai robbanóanyagot;
- pirotechnikai anyagokat és keverékeket;
- házilag, bűnös célra előállított robbanóanyagokat és keverékeket.

A robbanóanyagokat többféleképpen lehet csoportosítani. A vizsgáló személy által támasztott prioritások alapján.

A teljesség igénye nélkül egy néhány példa a csoportosításom szerinti robbanóanyagokra:

Ipari robbanóanyagok: robbanó zselatinok, por alakú biztonsági robbanóanyagok, ANDO-k, emulziós robbanóanyagok/ Emulgit/, Dinamit.

Katonai robbanóanyagok: TNT⁸⁰, hexogen (RDX⁸¹), nitropenta (PETN⁸²), tetril, HMX⁸³, Semtex⁸⁴, ill. keverékek.⁸⁵

Pirotechnikai elegyek és keverékek: Blitz-elegy (lőpor és alumínium por keveréke), gyújtóanyagok és keverékek, ködképző anyagok, fény- és füstjelzők, tűzijáték anyagok.

Házi készítésű robbanószerkezetek

Az elmúlt évtizedben Európa területén számos terrortámadást hajtottak végre, azonban sikerült sokat megakadályozni is. A támadások során számos esetben házilag készített robbanóanyagokat és improvizált robbanószerkezeteket használtak. A világhálón barangolva könnyen elérhetővé válnak a házi készítésű robbanóanyagok receptjei, melyek egy elhivatott elkövetőnek megfelelő felkészülési lehetőséget biztosítanak elképzelései kivitelezéséhez. Ehhez kiváló segítséget nyújt a már korábban említett Anarchist Cookbook. *„Könnyedén letölthető. Néhány jó tanács: hogyan kell házilag napalmot készíteni, feltörni egy biztonsági rendszert, hogyan küldjünk levélbombát. A "szakácskönyv" praktikus hangnemben tárgyalja a különböző témaköröket, gyakorlatilag lépésről lépésre vezet be a gerilla-hadviselés rejtelseibe, melyek elsajátítása nem igényel atomfizikusi előtanulmányokat.”* - írja a Hogyan csináljunk bombát; Fedőneve: műtrágya elnevezésű Magyar Narancsban megjelenő publikáció.

⁸⁰ TNT – trinitrotoulol avagy trotil. Világhírű alkotás az I. Világháborúból. Kristályos szerkezetű, enyhén keserű. Detonációsebesség: 6900m/s.

⁸¹ RDX – Royal Demolition explosive. Amerikában ciklonnak, Európában pedig hexogénnek nevezik. Fehér kristályos anyag, amelyet gyutacsok töltésére használják. Detonációsebesség: 8750m/s.

⁸² PETN – Pentaeritrit-tetranitrát, avagy nitropenta. Rendkívül brizáns robbanóanyag. Kristályos szerkezetű, íztelen, szagtalan. Detonációsebesség: 8400m/s.

⁸³ HMX – High-velocity militari explosive. Oktogénnek is nevezik. Ciklotetrametilén-tetramin. Kristályos szerkezetű, színtelen, nem higroszkopikus. Detonációsebesség: 9100m/s

⁸⁴ SEMTEX – nagy erejű plasztik robbanószer. 1960-as években fejlesztették ki Csehszlovákiában. Sárga színű.

⁸⁵ Bővebben lásd: SZOKOLAI Géza – NÉMETH László: Robbanóanyagok az iparban, hadseregben, házilag előállított robbanóanyagok, pirotechnikai keverékek; Cedit 2000 Kft., ISBN 963-8180-15-3. [6]

A házilag készített robbanószerkezetek: nem üzemi körülmények között összeállított robbanószerkezet, amely tartalmaz egy álcázó külső burkolatot, áramforrást, indító szerkezetet, robbanóanyag töltetet, iniciáló eszközt és egy biztosító szerkezetet. Leggyakrabban a külső álcázó burkolat beilleszkedik a környezetbe, ahol ezt alkalmazni akarják.⁸⁶ Afganisztánban preparált köveket, szemétkupacokat, állattetemeteket használtak a rejtésére. Az esetek többségében elektromos indításúak (kb. 95%). Amennyiben a pokolgép alkalmazása hosszabb időt vesz igénybe, akkor a készítőnek gondoskodnia kell tartós áramforrásról. Általában ezekre akkumulátort szoktak alkalmazni, de ez az eszköz rejtését nagyban nehezíti. Terjedelmük a gyufásdoboztól a teherautóig változhat. Méretük a kívánt pusztító hatás elérésétől függ. Telepítési szempontból megkülönböztetünk mobil, illetve helyhez kötött improvizált robbanóeszközöket. A helyhez kötötteket általában távirányítással hozzák működésbe, amikor a mozgó célpont a jelölt helyhez érkezik. A mobil eszközöket pedig a célponthoz juttatva működtetik el. [7][8] A házi készítésű robbanóanyagok tűzszerészeti szempontból a legveszélyesebbek mert összetételük ismeretlen, instabil és nem kezelés biztos. Csak laboratóriumi körülmények között lehet minden kétséget kizáróan megállapítani az összetételét. [9]

Úgy gondolom főként Európa tekintetében, hogy az ipari vagy katonai felhasználású robbanóanyagok beszerzése eléggé nehézkes. Még igen jól működő bünszervezetekben is komoly felkészültséget, illetve kockázatot jelent egy-egy „gyári” robbanóanyag megvásárlása. Leginkább a háborús térségekben találhatunk temérdek számú robbanóanyagot raktárakba halmozva, de azoknak az Európai Unióba történő bejuttatása körülményes és költséges. Véleményem szerint a terroristák felesleges kockázatvállalás nélkül próbálják meg előállítani a robbanóanyagot.

A házilag készített robbanószerkek

A HME⁸⁷-k tekintetében fontos megjegyezni, hogy az összetevők sokrétűsége miatt kimutatásuk, felderítésük nehézkes vagy nem lehetséges. Az elkészítés helyén található egyéb, nem robbanásképes anyagok (édesítő, alumínium por stb.) sokszor nagyban segíthetik a nyomozati munkát és a konkrét elkészített típus meghatározását. [9]

Az elmúlt években robbantásos merényletek alkalmával használt robbanóanyagok:

- TATP - triaceton-triperoxid, $C_9H_{18}O_6$;
- HMTD - hexametilén-triperoxide-diamin, $C_6H_{12}N_2O_6$;

⁸⁶ Pl.: poggyászmegőrzőknél táská vagy szatyor.

⁸⁷ HME – Home Made Explosive – házilag készített robbanóanyag.

- MEKP - metil-etil-keton-peroxid, $C_8H_{18}O_6$;
- az ammónium-nitrát alapú robbanóanyagok.

TATP

Terrorista körökben fizikai tulajdonságai miatt csak a „Sátán Anyjaként” emlegetik. Ez a vegyület kifejezetten veszélyes, [10] Elektromosságra és sűrűlódásra nagyon érzékeny, fehér kristályos szerkezetű, amely rendkívül instabil azonban könnyen elkészíthető. Folyamatos hűtés alatt egy edényben összekeverik az alkotóelemeket, amely acetontól, hidrogén-peroxidtól, sósav vagy kénsavból áll. Az összetevők megfelelő arányú keverékének elegyét miután elkészült vízben átöblítik. Néhány óra alatt az elegy kikristályosodik, és a sav elpárolog. Nedves állapotban történő melegítéssel, azt követő visszahűtéssel stabilabbá tehető. A hűtése azért fontos, mert az elkészítés során a keverék exoterm reakciója által kristálytörés következhet be, amely robbanást eredményezhet. Detonációsebessége: 5300m/s. További jellemzői, hogy az elkészített vegyület erősen szublimál, ezért zárt helyen kell tárolni. Nyílt lánggal meggyújtható. *„Első kísérleteim között szerepel a PAX-por robbanásának a kipróbálása, ám egyetlen próbarobbantáson kívül többet nem végeztem, mivel még sokáig és szabadon szeretnék élni. A begyűjtött anyag tömege a kísérletnél nem haladta meg az 5g-ot. Az anyagot a porba helyezett 2, 5 V-s izzószállal gyújtottam be. Az eredmény igen megdöbbentő volt. Az 5 g – ami egy műanyag filmes doboznak megfelelő – a kertben egy szőlőkaróra felkötve olyan nagy detonációt eredményezett, hogy a negyedik kertszomszéd is átjött megkérdezni, nem történt-e valami baj.”* [11] *„Remélem sikerült a kutatók és a vállalatok figyelmét felhívom erre a sokoldalú anyagra, és szintén reménykedem abban, hogy a gyártással, stabilitással és felhasználással kapcsolatos egyéb tapasztalataimat, illetve ötleteimet is megoszthatom a kutatókkal.”*⁸⁸

Az alapanyagok hétköznapi árucikkek, melyek bárhol beszerezhetők: hidrogén peroxid, sósav, aceton (körömlakkle mosó).

Műveleti vagy egyéb rendvédelmi feladat ellátása alatt, amennyiben TATP gyanús anyagot észlelünk és a feladat azonnali megszakítása nem lehetséges, - mert emberélet van közvetlen veszélyben - akkor azonnal keresni kell a helyszínen az anyag visszanedvesítésére alkalmas vegyületet, amely acetont, etilalkoholt vagy valamilyen szeszes ital lehet. A további kipárolgás gátlására olaj tartalmú spray-vel stabilizálhatjuk. Pl.: fegyvertisztító spray.

A rejtett TATP kimutatására a jelenleg használatban lévő robbanóanyag detektorok nem alkalmasak. Kimutatására csak peroxid teszt alkalmazható, de csak abban az esetben, ha az anyagban van szabad oxigén molekula. Robbanás utáni kimutatása nehézkes, mert rendkívül kis

⁸⁸ RÓZSAHEGYI Márta - VAJLAND Judit: 575 kísérlet a kémia tanításhoz c. könyve „Kísérletek oxigéntartalmú vegyületekkel” c. fejezet 75. kísérleténél.

menyiség marad vissza-csupán nano grammnyi- mert erősen szublimáló anyag. *Ha nem marad vissza a robbanás után értékelhető anyagmaradvány, akkor valószínűleg TATP anyag volt!*

Ezt az anyagot találták a 2015. november 13.-ai terrortámadás gyanúsítottjának Salah Abdeslam brüsszeli bérlakásában.⁸⁹

HMTD

Fehér színű, kristályos szerkezetű, szerves vegyület. Elektromosságra, ütésre és súrlódásra különösen érzékeny. Nehéz újra kristályosítani, stabilitását nem lehet növelni. Először 1885- ben állították elő, akkori primer robbanóanyagokhoz képest stabilnak számított, de manapság léteznek jobb tulajdonságú iniciáló szerek. Detonációsebessége: 4510m/s.

„Előállítása hexametilén-tetraminból, a peroxi-acetonhoz hasonló módon történik: a hexametilén-tetramin tömény (telített) vizes oldatához, tömény, hidrogén-peroxidot adnak, illetve ehhez ásványi savat, lehetőleg kén-, vagy foszforsavat adnak (a sósav kevésbé megfelelő, mert a peroxid részben bontja).

Néhány óra alatt fehér kristályok formájában kicsapódott a HMTD, amit tiszta etanollal mostak át. A kitermelés 60-68% az elmélethez képest. A legfőbb ok, amiért már nem gyártják az, hogy alacsony a kémiai stabilitása és fémekkel érintkezve lassan oxidálja azokat, ezáltal felgyorsul a bomlása. Ez a tulajdonsága lehetetlenné tette, hogy fémtokozású gyutacsokba töltsék. A világon ma már sehol sem gyártanak HMTD-vel töltött gyutacsokat, az amatőrök között viszont népszerű maradt, és esetenként terrorista célokra is bevetik. Nagyon egyszerűen előállítható és valamivel biztonságosabb, mint az acetón-peroxid, de még így is veszélyesnek számít. Amíg kis mennyiséget állítunk elő, nem szükséges nagyon erős hűtés a reakcióhőt könnyen elvezethetjük, de már 5-10 grammos mennyiség előállítása veszélyes lehet. Kísérleti célokra helyesebb etanolos oldatban tárolni, ahol nem bomlik, és egyszerre csak kis mennyiséget szárítsunk meg. A 0,5 mm-nél nagyobb szemcsés kristályok veszélyesek, nagy kristályainak eltörésére is robbanhat.”⁹⁰

MEKP

Szerves peroxid alapú, olajos állagú, szintelen folyadék. Detonációsebesség: 5200m/s. Az üvegszálas termékek készítésénél a műgyanta kötőadalékként alkalmazzák a hétköznapi életben. Ez a vegyület katalizálja a poliészter gyanta térhálósodását. A 2006-ban a transzatlanti repülőgépek ellen elkövetett merényletek egyik alkotóeleme. Emberi szervezetre kifejezetten veszélyes anyag még a boltban kapható változata is. [12]

⁸⁹ Forrás: <http://www.maszol.ro/index.php/kulfold/58445-salah-abdeslam-ujjlenyomatara-bukkantak-egy-brusszeli-berlakasban/salah-abdeslam-ujjlenyomatara-bukkantak-egy-brusszeli-berlakasban/>; Letöltés:2018. márc. 14. [13]

⁹⁰ Forrás: https://www.gyakorikerdesek.hu/tudomanyok_termeszettudomanyok_7105110-hmtd-t-hogy-lehet-csinalni-hexametilen-triperoxo-diamin; Letöltés: 2018. március 15. [14]

Ammónium-nitrát alapú robbanóanyag

Alapvetően az iparban alkalmazzák, rendkívül higroszkópos anyag. Bányászati célokra külszíni kőfejtéseknél alkalmazzák. Önmagában nem robbanóképes iniciálni kell a sikeres robbantás eléréséért. Gyutacs és indítótöltet kell hozzá. Ammónium-nitrát és gázolaj vagy ammónium-nitrát és benzin és motorolaj megfelelő keverékéből lehet előállítani. Az indító eszközök vásárlása engedély köteles. Azt csak számos biztonsági szűrővizsgálaton átesett szakemberek, vállalkozások vásárolhatják. 2011. július 22.-én ezzel a robbanóanyaggal vált hírhedté a norvég Anders Behring Breivik, aki Oslo egyik elit kormányzati negyedében egy kisteherautó rakodóterében rejtett el ANFO-t, /ammónium- nitrát and fuel oil/ amely elműködése következtében nyolc ember halálát és legalább 209 ember sérülését okozta.

Házilag előállított robbanóanyagoknak számos fajtája van. Felhasználásuk leginkább helyszín és terület függvénye. Kutatásaim által arra a következtetésre jutottam, hogy általában olyan robbanószerkezettel, robbanóanyaggal követik el a merényleteket, amelyekhez az adott területen a lehető legkevesebb kockázattal tudnak hozzájutni. Az elmúlt több mint fél évszázadban Európát nem érintette háború- a délszláv és a jelenleg is tartó orosz-ukrán háborút leszámítva- ezáltal jelentősebb mennyiségű hadianyag felhalmozása nem volt lehetséges, így leginkább a házi készítésű robbanóanyagokat alkalmazták. Azokon a területeken, ahol a terrrorszervezeteknek lehetőségük nyílik hadianyagokat zsákmányolni vagy azokhoz hozzájutni ott valószínűleg azokat fogják alkalmazni. Egy francia tudósító beszámolója szerint: *„több tízezer tonna lőszer hever őrizetlenül a Libiai-sivatagban Szirt városától 120 kilométerre, délre... a hadianyag mintegy nyolcvan, homokszínűre festett bunkerben van, egyetlen ilyen bunkerben 8 ezer darab 100 milliméteres lövedék... A többiekben 250, 500 és 900 kilogrammos légi bombák százai vannak felhalmozva több méteres magasságban. ...több bunkert már nagyjából kifosztottak, és továbbra is teljesen szabad a hozzáférés a raktárakhoz.”* [12]

Magyarországra helyzetét tekintve külföldi radikális terrrorszervezet által elkövetett robbantásos merénylet elkövetésének valószínűsége csekély, - jelenlegi politikai, gazdasági befolyásunk miatt kevésbé vagyunk érdekesek- azonban a lehetőségét nem zárhatjuk ki. Ennek megakadályozása elsőként a szakterületen dolgozó jól működő felderítési tevékenységen múlik.

Nem háborús területen kétféleképp lehet robbanószerkezetet összeállítani. Az első módszer, hogy a felkészült elkövető az internetről összegyűjtött kellő tudáshalmaz birtokában összeállít egy olyan házi készítésű robbanóanyagot, amelynek összetevőit a helyi boltokból legálisan megvásárol és azt egy arra alkalmas helyen összeállítja. Ennek csökkentésére, szabályozására alkották meg az Európai Parlament és a Tanács 98/2013/EU rendeletét (2013. január 15.) a robbanóanyag-prekurzorok forgalmazásáról és felhasználásáról, amelyben a robbanóanyag

előállítására alkalmazott vegyületek összetevőinek, töménységük által ne legyenek alkalmas robbanóanyag előállítására. Ilyen például: az aceton mentes körömlakklemosó vagy a csökkentett (27%-ra csökkentve a 34%-ról) nitrát tartalmú műtrágya is.

A másik megoldás szerint, a kísérleti bombázási területekről begyűjtött, erdőben megtalált II. világháborús aknát vagy lövedéket a előállító szétszereli és az abból kinyert robbanóanyagot használja fel a robbanószerkezet összeállításához. Legnagyobb veszélyét abban látom, ha az ilyen személyeket bűnözői hálózatok vagy terrorista csoportok karolhatják fel, illetve lakókörnyezetükre jelentenek veszélyt ezen eszközök szerelése közben egy esetleges detonáció során.

A „Darknet áruház”

A Darknet vagy Darkweb rejtett szolgáltatásokat ad felhasználóinak. Ezek lehetnek: törvénybe ütköző árucikkek (tudat módosító szerek, fegyverek, robbanóanyagok), szexuális szolgáltatások, hacker programok, feltört legális programok, gyakorlatilag minden, ami áruba bocsátható.

A felhasználók természetesen rejteni akarják a nyomokat, amelyek visszavezethetnek hozzájuk, ezzel feltárva, hogy illegális szolgáltatásokat vesznek vagy vettek igénybe.

Az illegális szolgáltatások elrejtése rengeteg pénzbe kerül, de ennek ellenére is megéri a szolgáltatóknak. Jól képzett informatikai szakemberek dolgoznak azon, hogy anonimitást biztosítsanak mind a felhasználóknak, mind a szolgáltatást kínálóknak.

Az egyik legelterjedtebb anonimitást biztosító szolgáltatás a TOR (The Onion Router) hálózat, amelynél a hálózati forgalom gépről gépre halad. Minden csomópont csak az előző és az utána következő pontot ismerik, ezáltal biztosítva, hogy a forgalom rejtve maradjon.

A TOR hálózatban lévő szerverek gyakran csak anonimitást biztosítanak, a fent említett módon, de vannak közöttük olyan szerverek, amelyeken illegális tartalmak vannak. Itt rendelhetők meg a rejtett szolgáltatások és árucikkek. A különböző rendvédelmi szervek is jelen vannak ezeken a hálózatokon és üzemeltetnek szervereket, amelyekkel felfedni akarják a bűnözőket. A piac és a szolgáltatások dinamikusan változnak, mert gyakran realizálnak bűnözői csoportokat, és foglalják le szervereiket.

A bűnözők gyakran úgy védik magukat, hogy a rejtett szolgáltatásaikat meghívókhöz vagy szigorú regisztrációhoz kötik, ezzel is nehezítve a szerver munkáját. Emiatt nehezebb a nagyobb fajsúlyú cikkekhez (robbanóanyag) jutni a feketepiacon is. Az „egyszerűbb” árucikkeket percekben belül meg lehet találni.

Összegzés

Kutatásaim arra endednek következtetni, hogy a robbantással elkövetett merényletek elleni védekezés lehetőségeit kétféle módon lehetne fejleszteni. Tömegrendezvényeken passzív biztonsági intézkedések bevezetésével, amely egyrészt zsilip rendszerű EÁP pontok elhelyezésével védelmezi a robbanóanyaggal megszerelt járművek nagy sebességgel, akadály nélkül történő eljutását a várakozó tömeghez. A személyi beléptető pontokon mágneses biztonsági kapu, átvizsgáló személyzettel történő elhelyezése javallott, amely elengedhetetlen biztonsági tényezője egy rendezvénybiztosításnak. A manchesteri arénában történt merénylet többek között ennek alkalmatlansága miatt következhetett be.

A másik lehetőség, az aktív „szűrő-kutató” tevékenység végrehajtása a beléptető pontokon. A jól felkészített biztonsági személyzet - legyen az hivatásos vagy polgári biztonsági személy- a képzéseken oktató, a merényletet elkövetni szándékozó személy által tanúsított viselkedési és magatartási változásokat észreveszi és megakadályozza cselekményüket. Véleményem szerint a rendezvénybiztosításban résztvevő hivatásos állomány speciális felkészítése külön képzések keretében hatékonyabbá tehetné a biztosítási feladatok ellátásában. Valamint szükségét látom a helyszínen tartózkodó azonnal bevethető, a pusztítás mértékét redukáló speciális rendvédelmi egységek jelenlétére akár preventív jelleggel is.

A robbantásos merényletek Európában kialakult elkövetési módszerei jelentős mértékben nem változnak. Úgy gondolom, hogy felkészülésünket előnyösen befolyásolná az európai országok rendvédelmi szervei közötti eszmecserék, melynek kiváló helyszínei lehetnének a közös nemzetközi gyakorlatok.

Kutatásaim azt igazolják, hogy Magyarország szempontjából a robbantással elkövetett szándékos bűncselekményeknek vagy balesetek szinte minden esetben – már csak a vizsgálati szakaszban merülnek fel – vannak bizonyos előzetes jelei, amely információk idejekorán a megfelelő rendvédelmi szervekhez eljutva, megelőzhetőek lennének. Az ilyen típusú bűncselekmények felderítése előzetes polgári bejelentések nélkül nehezen realizálható. Úgy tapasztaltam, hogy ennek a területnek kulcsfontosságú kérdése a társadalmi jelző rendszer megfelelően aktív működése. Jelenleg az ország biztonsági helyzetének, biztonságtudatosságának javítására szükséges kapcsolatteremtő beszédeknek, fórumoknak hiányát látom.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] SZOKOLAI Géza: Bombafenyegetések intézmények, vállalatok ellen; Credit Kft. 1995.
- [2] WILLIAM Powell: The Anarchist Cookbook; US Lyle Stuart 1971.
- [3] DR. DARUKA Norbert – KUGYELA Lóránd: Ipari robbanóanyagok megjelenésének lehetőségei az improvizált robbanószerkezetek kialakításának tekintetében; Fűrés-robbantástechnika 2018. XIV. Nemzetközi Konferencia Velence, 2018. szeptember 19-21.; pp. 155-174. HU ISSN 1788-5671.
- [4] DR. 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.
- [5] SZOKOLAI Géza – NÉMETH László: Tűzszerészeti alapismeretek, CREDIT Információtechnikai Kft., 1998.
- [6] SZOKOLAI Géza – NÉMETH László: Robbanóanyagok az iparban, hadseregben, házilag előállított robbanóanyagok, pirotechnikai keverékek; Cedit 2000 Kft., ISBN 963-8180-15-3.
- [7] DR. KOVÁCS Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai; Műszaki Katonai Közlöny XXII. évfolyam, 2012. 2. szám, pp. 37–52., ISSN 2063-4986.
- [8] DR. 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] HORVÁTH Tibor – EMBER István: Characteristics of homemade explosive materials and the possibilities of their identification. Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review XXVI. évfolyam, 2. szám, 2021., pp.: 100-107.
- [10] HORVÁTH Tibor – EMBER István: A robbanóanyagok azonosításának biztonsági jelentősége a tűzszerész szakfeladatok ellátása során. Honvédségi Szemle CV. Évfolyam, 4. szám, 2022., pp.: 94-103.
- [11] RÓZSAHEGYI Márta - VAJLAND Judit: 575 kísérlet a kémia tanításhoz; Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó p. 648., 1998. ISBN 978 963 1885 12 5.
- [12] DARUKA Norbert: Bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására, Doktori (PhD) értekezés Budapest, p.242., 2013.
- [13] Forrás: <http://www.maszol.ro/index.php/kulfold/58445-salah-abdeslam-ujjlenyomatara-bukkantak-egy-brusszeli-berlakasban/salah-abdeslam-ujjlenyomatara-bukkantak-egy-brusszeli-berlakasban/>; Letöltés: 2018. március. 14.
- [14] Forrás: https://www.gyakorikerdesek.hu/tudomanyok_termeszet tudomanyok_7105110-hmtd-t-hogy-lehet-csinalni-hexametilen-triperoxo-diamin; Letöltés: 2018. március 15.

EXPLOSIVES AND AMMUNITION STORAGE IN THE HUNGARIAN DEFENCE FORCES – PAST, PRESENT AND FUTURE

ROBBANÓANYAG ÉS LŐSZERTÁROLÁS A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ

TERÉK Tamás⁹¹

Abstract

The presentation will describe the explosives and ammunition storage regulations of the period - between the two world wars - and compare them with the current regulations. In addition to the safety issues of ammunition, powder and explosives storage, changes in infrastructure requirements will be compared. It highlights differences and similarities in procedures. It then discusses the challenges ahead to achieve a harmonised regulatory framework for the storage of explosives and ammunition under the federal system. It touches upon the various international ammunition and explosives storage regimes (UN, NATO, EU) and the further domestic tasks related to their application.

Keywords: ammunition, war material, storage.

Összegzés

Az előadás bemutatja a korabeli – két világháború közötti – robbanóanyag és lőszer tárolási szabályzatokat, összehasonlítva az abban foglaltakat korunk aktuális szabályzóival. Összehasonlításra kerülnek a lőszer, lőpor és robbanóanyag tárolásbiztonsági kérdései mellett, az infrastrukturális követelmények változásai is. Rávilágít az eljárások eltéréseire és azonosságaira. Mindezeket követően taglalja az előttünk álló feladatokat, melyek célja a szövetségi rendszerből adódó harmonikus szabályzórendszer kialakítása, a robbanóanyagok és lőszer tárolása terén. Érinti a különféle nemzetközi lőszer- és robbanóanyag tároló rendszerek szakirányú szabályzóit (ENSZ, NATO, EU), és az ezek alkalmazásával kapcsolatos további hazai teendőket.

Kulcsszavak: lőszer, harcanyag, tárolás.

BEVEZETÉS

A kínai tudósok – egyes leírások szerint – az örök élet elixírjének kutatása során találták fel Kr.u. 700 körül a lőport [1.], mely ugyan elsődlegesen a szórakoztatás, azon belül is a tűzijátékok elengedhetetlen alapanyaga volt, de rövidesen meglátták benne a harcok sikeresebb megvívásának eszközét is.

A lőpor feltalálása óta folyamatosan fennálló kérdés a tűz- és robbanásveszélyes anyagok biztonságos tárolása, elhelyezése, részint, hogy a megfelelő időpontban ki tudják fejteni hatásukat, másrészt, hogy a környezetet ne veszélyeztessék, arra minél alacsonyabb kockázatot jelentsenek. Mindkét körülmény kiemelt fontosságú. Természetesen a saját közeg védelme egyértelmű, nem igényel nagy magyarázatot, mint ahogy a megfelelő minőség fenntartása sem. Lényeges, hogy az alkalmazás időpontjában bevethető minőségben és kellő mennyiségben rendelkezésre álljon. Egy rosszul elkészített, vagy tárolt lőpor természetesen nem fog megfelelő hatást kiváltani, mint ahogy a nem elegendő mennyiség sem fogja biztosítani a kellő lövésszámot.

⁹¹ Terék Tamás alezredes, MH Anyagellátó Raktárbázis Bázisparancsnokság (Pusztavacs), bázisparancsnok.

A lőpor hadi alkalmazásával újabb kérdésként merült fel, hogy a megfelelő mennyiség és minőség hogyan biztosítható a megfelelő helyen és időben. Ebben a közelítésben a logisztika legalapvetőbb kérdései merültek fel és ezekre a kérdésre a helyes választ a kor szellemének, felkészültségének és technikai felszereltségének megfelelően a lőpormalmok jelentették. Ezek segítségével, a szinte teljesen ártalmatlan alapanyagokból elő tudták állítani a tervezett művelet felhasználási igényének megfelelő mennyiségű lőport. Persze az elől töltős fegyverek, ágyúk és puskák korában ez elég jól prognosztizálható volt, de az ilyen irányú felkészültséget hosszú évek tapasztalatszerzésével lehetett elsajátítani.

A technika fejlődésével a követelmények is nagyban megváltoztak. A hátul töltős fegyverek megjelenése, a hozzájuk szorosan kapcsolódó szerelt lövések létrehozása egy merőben más gondolkodást igényelt. A töltények művelethez kötött előállítását már nem lehetett a harctérhez közel megoldani. Ezek már a hátszágban, lőszergyárakban készültek és ennek értelmében a logisztikai gondolkodásnak új irányt kellett venni. Nem felelt már meg a rövid távú, harcászati szintű gondolkodás, egyre nagyobb szükség volt a hadműveleti, sőt a hadászati mélységű készletezési elvek kidolgozására. A tömeghadseregek idején ez már azt eredményezte, hogy egy frontvonal műveleteinek támogatása érdekében több ezer tonna lőszert kellett szállítani a harcállásokba. Példaképpen megemlítve, az I. világháború egyik legvéresebb ütközete a Somme folyónál zajlott. A brit csapatok, csak a támadás első napjának tüzéségi előkészítése során 12.000 tonna gránátot használtak fel, mely a későbbi események tükrében nem bizonyult elegendőnek.

A harcterek ellátása érdekében jelentős számú, jól megszervezett folyamatot és fázist kellett kezelni. A gyártás során az egyes alkatelmek szállítása, tárolása, a gyártást követően a kész termék tárolása, szállítása volt kiemelt feladat. A hatalmas igények nem engedték meg a veszteségeket sem az előállítás sem az ellátás folyamatában.

A hidegháború időszakában a folyamatos magasan tartott készenlét, a csapatok részére megalakított hatalmas készletek mind tárolási mind pedig ellátási szempontból komoly szervező, tervező és összehangolt végrehajtó munkát igényeltek.

A rendszerváltás, és természetesen a NATO csatlakozás, gondolkodásbeli változásokat hozott. Az alakulatok, a létszám folyamatos csökkenése, diszlokációjuk, feladatrendszerük átalakulása sok rendszerszintű módosítást vont maga után.

A fentiekben leírtak sok kérdést vetettek fel bennem. Ezen publikációmban a „hogyan is volt?” a „hogyan alakult?” a „hol is tartunk?” és a „merre kell tovább haladnunk?” kérdéseire keresem a választ. Kutatásaim során több, a Magyar Királyi Honvédségben alkalmazott lőszer és robbanóanyag kezelési és tárolási szakutasítást elemeztem, ezek közül most csak egyet ragadok

ki, melyet összehasonlítok napjaink szabályzóival és megpróbálom vizionálni a vonatkozó NATO STANAG-ek feldolgozásával a továbbiakban követendő, követhető irányt.

I. FEJEZET

A Magyar Királyi Honvédség időszaka (1920-1945)

A Magyar Királyi Honvédség idején a szabályzórendszerek általában porosz, osztrák alapokon nyugodtak. Az általános alapelvek mellett természetesen az egyes szakutasítások is követték ezeket. Nem szándékozom túl távolról közelíteni a kérdéshez, bár a szabályzórendszer komplexitását tekintve átfogóbb lenne a kép, de valójában csak a tárgyhoz kapcsolódó rendszert kívánom részletezni. Ennek érdekében – a már korábbi publikációimban [2.] [3] is feldolgozott – F-103 számú „*UTASÍTÁS A lövőszer, robbanóanyagok, lőporok és gyújtószerkezetek kezelésére, raktárolására és megvizsgálására stb.*” szakutasítás [4.] egyes, a témakörhöz kapcsolódó pontjait kívánom elemezni. Az 1924-ben kiadott F-103 lényegét tekintve egy általános érvényű, harcanyagok kezelésére, tárolására, szállítására irányuló utasítás volt. Alapvetéseit tekintve párhuzamba állítható a napjainkban is alkalmazott Tüfe/150 szakutasítással [5.], valamint a NATO STANAG AASTP-1 kiadvánnyal [6.].

Csak pusztán a szükséges mértékig boncolgatva a történelmi korszakot, leszögezhetjük, hogy a Nagy Háború ugyan véget ért, a béketárgyalások lefolytak, de korántsem lehetett békéről beszélni. Folytatódott és folyt az erőgenerálás, melynek folyamányaként Darányi Kálmán 1938. március 5-én meghirdette a győri programot. Ennek során 1 milliárd pengőt kívántak fordítani a haderő felkészítésére, hadfelszerelések beszerzésére.

A szerződések értelmében hatalmas mennyiségű hadianyag és technikai eszköz érkezett be a központi tárolókba. Az archív levéltári anyagok között megtalálhatók azok a jelentések, melyekben a raktár parancsnokok nyomatékosan jelentik, hogy a tárolókapacitásuk határára érték, ezért kérték az előljáró intézkedését, hogy más raktárba irányítsák a beszállításokat. Az ország kezdetekben 10 db lőszerraktár kapacitása teljesen kihasznált volt. A későbbiekben e szám 22-re emelkedett, de még akkor is csak szükségszerűen volt elegendő a beáramló készleteknek. A fellelhető jelentésekből kiderült, hogy általános volt a tárolóhelyek túlterhelése. A műveletek sikeres megvívása érdekében a védelmi beszerzések mintegy 60 % -át a harcanyagok tették ki, így ez nem is volt meglepő.

A jelentős mennyiségű hadi készlet kellően decentralizáltan került elhelyezésre, tárolásuk általában barakk épületekben történt. Ez az épületfajta gyorsan kivitelezhető volt, és szükség esetén az áttelepítés, egyes elemeinek újra felhasználása is megoldható volt. Felmerült az igény,

hogy megfelelőbb, hatékonyabban álcázott és védett keretek közé kerüljenek betárolásra a löszerek és a műszaki harcanyagok. Ennek kivitelezésére két föld alatti löszerraktárt építettek. Egyet Törökbálinton, egyet pedig Etyeken. Mindkét esetben bebizonyosodott, hogy amire elkészültek, a célnak alapvetően megfeleltek, ugyanakkor nagyon sok tárolási nehézséggel is szembesült az állomány. A belvizek, a pára, a folyamatos szellőztetés biztosítása, az alacsony hőmérséklet, valamint több egyéb körülmény mellett, nehézséget jelentett a készletek raktáron belüli belső mozgatása is.

Ebben az időszakban, a háborús felkészülés és a hatalmas mennyiségű anyagbeáramlás időszakában a Honvédelmi Minisztériumnak is fel kellett készülnie a feladatok kezelésére. Megalakult a 3. főosztály, melynek feladata a „győri” program keretében beszerzésre és betárolásra kerülő anyagok fölötti diszpozíció volt. Ennek 3/C osztálya volt felelős a löszer és harcanyag készletek megfelelő beszállításáért, betárolásáért, vizsgálatáért, elosztásáért. A korabeli jelentésekből kiderül, hogy az egyes raktárakban bekövetkező tüzesetek kivizsgálását is ez a szervezet hajtotta végre, együttműködve a Haditechnikai Intézettel (továbbiakban: HTI). Áttekintve az ezekről készült jelentéseket, az azokban leírt megállapításokból látható, hogy nagyon széles szakmai tudással bíró szakemberek dolgoztak ezeken a területeken. Érdekes volt végig követni a szakmai eszmefuttatást a vizsgálatról és annak eredményéről. A farmosi és az etyeki raktártűz esetén is megállapították, hogy a különféle gyártók által előállított jelzőtöltények az átvételkor még megfeleltek a műszaki követelményeknek, de a tartós tárolás során már eltérő módon vették fel a környezet páratartalmát és ezáltal a piroelegeben hőmérsékletnövekedés volt kimutatható. Megállapították a gyártó felelősségét a nem megfelelő gyártási eljárás miatt.

A II. világháború végére a magyar királyi löszerraktárak egy részének készlete kitelepítésre került, az üresen maradt raktárbázisokat a környékben lakók a háború utáni újjáépítés során „újrahasznosították”.

II. FEJEZET

A II. világháborútól napjainkig

A II. világháborút követő évek rengeteg változást hoztak a világban. Kialakult a kétpólusú világrend, melynek kapcsán hazánk az 1955-ben megalakult Varsói Szerződés Szervezetének tagja lett. A szovjet behatás érvényesülésével az alapelvek is megváltoztak. Az önálló védelmi feladatok megmaradtak ugyan, de megjelentek a szövetségi kötelékből fakadó speciális műveleti és támogató feladatok.

Az 1950-es években megkezdődött az országvédelem új alapokra helyezésének időszaka. Egy stratégiailag jól átgondolt, regionálisan megalapozott védelmi struktúra került kialakításra.

Az egyes megalakuló, újjá alakuló helyőrségekben szervezett alakulatok feladatrendszere alátámasztotta a hadműveletekben meghatározott feladatukat. Ezek kiszolgálása érdekében települt az anyagi-technikai szolgálat, későbbi – és mai nevén – logisztika. Természetesen ennek részeként regionális és védelmi szempontból körütekintően kerültek elhelyezésre a központi lőszer- és műszaki harcanyag raktárak. A létesítés során két nagyon fontos szempont érvényesült, a központi készletek decentralizálása, valamint a régióban települő alakulatok profiljának megfelelő anyagi készletek felhalmozása. A logikus tervezési feladatok egymásra épülve szolgálták a Magyar Néphadsereg érdekeit.

A központi lőszerraktárak az esetek többségében a volt Magyar Királyi Honvédség objektumaiban, azok közelében kerültek létesítésre. Ennek két lényeges körülmény képezte az alapját. Az egyik, hogy a megjelenő katonai jelenlét nem volt természetidegen a régiónak, ezáltal nem jelentett nagy érdekességet a környék lakóinak a megnövekedett katonai mozgás, esetlegesen a korábbiakhoz hasonló szakanyagok jelenléte. A másik, mely ehhez szorosan kapcsolódik, hogy a munkaerőt alapvetően a környező településekről tudták meríteni és ez által már meglevő tudással, tapasztalattal rendelkező állományt tudtak biztosítani a bázisok kiszolgálására.

Természetesen nem csupán a korábbról megmaradt „tudásbázis” jelentette a feladatvégrehajtás alapját. Egyre több képzés jelent meg a hazai és nemzetközi oktatási létesítményekben egyaránt. A fegyverzettechnikai szakembereket a Zalka Máté Katonai Műszaki Főiskola, később a Bolyai János Katonai Műszaki Főiskola képezte, de a Szovjetunióban Penzában képezték a tüzér tiszteket, akik közül – többek között – ezeknek a bázisoknak a későbbi mérnökei, főmérnökei is kikerültek. De ide sorolható a különféle műszaki egyetemekkel, főiskolákkal kialakított munkakapcsolat is, ahol a szaktisztek képzését, átképzését, továbbképzését hajtották végre. Ezzel egyidejűleg, az egyes szakmai beosztásokra történő kiképzés is folyt. A központi laboratórium állománya Balatonfüzfőn, a Nitrokémia Ipartelepeknél kapott felkészítést a szakfeladataik ellátásához.

A II. világháború után a szabályzórendszerünk a korábbi német után szovjet szakmai alapokra helyeződött. A szakmai mélységeket érintő szabályzók helyett általános anyagkezelési szabályzó került kiadásra, mely átfogóan ölelte fel az anyag-nemek kezelésére, nyilvántartására vonatkozó előírásokat. Természetesen a speciális szakfeladatok önálló kiadványokban kerültek szabályzásra, például a műszaki robbantási munkák esetén az E.-mű.I. Ideiglenes robbantási utasításban 1950-ben. [7]

Az 50-es évektől induló raktárépítések során elkészülő építmények a kor szellemének megfelelően kerültek kialakításra. A rámpás épületek, a lábazat kialakítása révén már nem voltak

közvetlenül kiteve a talajszintről érkező nedvességnek, a repülőtető pedig megfelelő biztonságot nyújtott az esetleges raktáron belüli elműködés esetén keletkező túlnyomás elvezetésekor. Érdekes, de akkor teljesen logikus kialakításbeli sajátosságnak tűnt, hogy a rámpamagasságot az akkoriban rendszerben levő Csepel-344 teherautó platómagasságához építették. Ugyanakkor a technikai eszközöket két, maximum három évtizedes használatra tervezik, míg az ingatlanokat 5 vagy annál több évtizedig is alkalmazzuk. Mindenesetre hosszú időn keresztül bevált ez az elgondolás, napjainkban viszont a technikai eszköz park sokszínűsége miatt nehezen alkalmazható.

A lőszerraktárak mindig is jól védhető, lehetőség szerint rejtett objektumokban voltak elhelyezve. A települések külterületeinek erdős részei adtak otthont a harcanyag raktáraknak. A törökbálinti raktár egészen a 90-es évek elejéig használatban volt. Sajnos az idők során a raktárbázisok jelentős része kiürítésre került. Törökbálint, Feldebrő, Bakonysárákány, Izsák és Kapoly, mint lőszerraktárak felszámolását követően a két műszaki harcanyagraktár, Recsk és Devecser is bezárásra került. Hasonló sorsra jutott Hajdúsámson és Kál is, melyek felszámolását követően maradt meg a jelenlegi két központi tárintézet Pusztavacson és Táborfalván.

III. FEJEZET

A jelenlegi helyzet, az előttünk álló feladatok

Jelenleg a harcanyagok tárolása az 1950-es, valamint az 1980-as években épült raktáráépületekben valósul meg. Ezek egy része, szovjet csapatok kivonulását követően átvett raktárak. Ezek a kor szellemének teljesen megfelelő épületek voltak, a körülöttük levő védművekkel, vagy védműként szolgáló erdősávokkal.

Napjaink új kihívásai érthető módon akkoriban még nem jelentek meg problémaként. Míg a felállított őrk, járőrök jelenléte egy bizonyos távolságtartásra sarkallta az arra járókat, addig a mai őrzésvédelmi elvek szerint ezek már figyelem felhívólag hatnak. Amíg a filmszalagos fényképezőgépek korában nem hordott mindenki magával fotóapparátust, manapság a legolcsóbb mobiltelefonok is tökéletes és részletes képeket tudnak készíteni, rögzítve akár az objektumok koordinátáit is. Ezek a kérdések természetesen nem érintik közvetlenül a harcanyagok tárolási stabilitásának kérdéseit, de az objektumbiztonság, mint honvédelmi kérdés, magának az anyagnak a státusza miatt is kiemelt fontosságú.

A nemzetbiztonságban 2015-ben megjelent probléma, a tömeges migráció komoly biztonsági kérdéseket vetettek fel. A terrrorszervezetek vélelmezhető tagjai a háború elől

menekülő csoportjaival együtt közlekedve feltérképezték, vagy térképezhették a potenciális védelmi, logisztikai objektumokat.

Ezzel párhuzamos megoldandó, a technika fejlődéséhez kapcsolódó másik potenciális veszélyforrásként jelentkező terület, a drónok kérdése.

2017-ben megtörtént az első hivatalosan is dokumentált drónnal végrehajtott csomagkiszállítás. Napjainkban egy nem túl magas árú drón is képes kilogrammos tömegű terhet, akár kilométeres távolságba eljuttatni.

Nem gondolom összeesküvéselméletnek az előző tények egybevetésével megalkotott, és védelmi szempontból kiemelt fontosságú kérdést, hogy egy terrorszervezet, melynek egy tagja megszerezte a központi lőszerraktár koordinátáit, azt összeveti az interneten fellelhető információkkal, majd egy kis költségű drón rajjal akár célzott támadást indítson a Magyar Honvédség készletei ellen, ezáltal mintegy közel 15.000 tonna harcanyag megsemmisítését vagy használhatatlanná tételét végrehajtva, és jelentős biztonságtechnikai veszélyhelyzetet okozva.

Napjainkban, mikor a fejlődés ilyen méreteket ölt, folyamatosan nagy figyelmet kell fordítani a védelmi szempontokra. Régebben az ellenség kénytelen volt közvetlen információkhoz jutni, napjainkban mindez az internet segítségével egy fotelből, tetszőleges távolságból megtehető.

Mindezek figyelembevételével leszögezhetjük, hogy a készleteink tárolásával kapcsolatban egy markáns lépés megtétele szükséges. [8] [9]

Az 1999-es NATO csatlakozásunk óta az új szövetségi rendszer szabályzói, ajánlásai sok – a korábbi szövetségi rendszertől eltérő – alapvetéseket határoznak meg. Természetesen minden tagnemzetnek lehetősége van a felkészültségi szintjének megfelelően teljes mértékben, vagy egyes nemzeti korlátozásokkal elfogadni az egyes szabályzókat, STANAG⁹²-eket. Sok területen átvettük, bevezettük az egyes szakanyagok kezeléséről szóló STANAG-et, de az egyik – megítélésem szerint – leglényegesebb benne foglalt ajánlást még nem alkalmaztuk. Ez, a korábbiakban említett markáns lépés a központi raktárak földdel fedett kivitelének kialakítása. Ez az építési technológia nem újkeletű, már régebben is alkalmazták. Alapvetően nem nagy alapterületű, de nagyobb számú tárolóhelyekről van szó, melyek biztosítják a készletek állagmegóvását.

Több hasznos szempont is felsorolható ezen kialakítás mellett. A felderíthetősége nehezebb, ezáltal védhetősége jobb. A földfedésből adódóan az esetleges belső elműködés esetén a környezetre való hatása és a kivetődések esélye alacsonyabb. A kintről érkező támadás esetén,

⁹² Standardization agreement.

szintén a föld borításból adódóan, nagyobb védelme van, mint egy hagyományos épületnek. A földfedés miatt a temperált hőmérséklet könnyebben elérhető, kisebb az energiaigénye, mint egy hagyományos építésű raktárnak.

Így tömondatokban összefoglalva leszögezhetjük, hogy a korábbiakban felvázolt dróntámadás esetén jelentősebb védelmet érhetnénk el, mint jelen helyzetben. [10]

A szabályzói környezet nemzetközi szintű egyeztetése további feladatokat rejt még magában. Nem csak a NATO, de az ENSZ és az EU tagjai is vagyunk. Mindhárom szervezet foglalkozik a veszélyes anyagok kezelésével, ezen belül kiemelten a védelmi célú harcanyagok kezelésével, tárolásuk szabályaival. Mindhárom szervezet rendelkezik saját szabályzó rendszerrel és ezeket egymással egyeztetve különféle módon harmonizálják, melyről egy korábbi publikációmban írtam. [11] Átveszik egymás kutatási eredményeit, melyeket a saját bizottságaik által megfelelő módon bedolgoznak a dokumentumaikba. Természetesen, mint tagországok, mi is delegálhatnánk szakembert vagy szakembereket ezekbe a munkacsoportokba, de jelenleg ez még nem történt meg. Jelenleg a harmonizációs folyamat elején járunk. Még meg kell határoznunk a megfelelő, követhető és fenntartható irányt magunk előtt.

ÖSSZEGZÉS

A Nemzeti Közszerálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási területen [12] belül folytatott kutatásaim során számos értékes részeredményre jutottam. Szerencsére a magyar királyi lőszerraktárakról nagy mennyiségű archív anyag áll rendelkezésre. Az előzőekben bemutatottak egyértelműen bizonyítják, hogy minden korszakban kiemelt fontosságot tulajdonítottak a harcanyagok kezelésének, és az ennek során alkalmazott eljárások lehetőség szerint követték a kor színvonalát. Két markáns, jövőbemutató területen fogalmazhatók meg az alábbi konklúziók.

Egyrészt, a tárolási körülmények kor szellemének megfelelő kialakítása több mint elengedhetetlen a biztonságos és hatékony harcanyagagazdálkodás érdekében. A napjainkban jelentős bekerülési költségű lőszerek és robbantószerkek megőrzése és állagmegóvása kiemelt fontosságú.

Másrészt, a nagy mennyiségű harcanyagkészletek fölötti diszponálás komoly és felkészült apparátust igényel. Fontos a szakemberek jelenléte a harcanyagéletút minden szegmensében a beszerzés folyamataitól a tároláson, vizsgálaton keresztül a megsemmisítésig. Legyen fókuszban akár a gazdaságosság vagy a biztonság, minden esetben felkészített és folyamatosan továbbképzett szakértő kezek között tudva a harcanyagainkat lehetünk kellően nyugodtak, és kerülhetjük el a zárógondolatomnak szánt, 1926-os idézetben szereplő eseményt.

„A felvilágosítás munkája vonatkozásban áll azon ismert jelenséggel is, hogy a szüntelenül robbanóanyaggal foglalkozó személyzet rendszeren csak egy – egy bekövetkezett újabb szerencsétlenség hírére ébred ismét – lassankint megszokott gondatlanságából az állandó veszély teljes tudatára.” [4. p. 91.]

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1.] LUKÁCS László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből. *Dialóg Campus Kiadó (Nemzeti Közzolgálati Egyetem)*, Budapest, 2017. ISBN 978-615-5680-35-9 29-37. http://akfi-dl.uni-nke.hu/szakmai_kiadvanyok/index.php?search=/ISBN%20978-615-5680-35-9
- [2.] TERÉK Tamás: Lőszertárolás a Magyar Királyi Honvédségben a két világháború között, a mai hazai szabályozás tükrében. *Honvédségi Szemle*, 2018/5. 105 – 1115.
- [3.] TERÉK Tamás: Szemelvények a robbanóanyag és gyújtószertárolás, -karbantartás előírásaiból a magyar királyi honvédségben a két világháború között, a mai hazai szabályozás tükrében, *Honvédségi Szemle* 2019/5. 135-143.
- [4.] F-103. Utasítás a lőszer, robbanóanyagok, lőporok és gyújtószerek kezelésére, raktárolására és megvizsgálására stb. 1924. évi utánnymtatás, *Pallas nyomda*, Budapest 1924.
- [5.] Tüfe/150. Szakutasítás a lőszerraktárak és bázisok részére, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1981.
- [6.] Allied Ammunition Storage and Transport Publication, Edition B Version 1, DECEMBER 2015.
- [7.] E–mű.1. Ideiglenes robbantási utasítás. Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1950.
- [8.] TERÉK Tamás: A létfontosságú veszélyes katonai objektum definiálása, elhelyezése a magyar honvédség rendszerében, *Katonai Logisztika* 2019. évi 3. szám, 5-23.
- [9.] BEREK Lajos – TERÉK Tamás: A központi harcanyagraktárak védelme, *Katonai Logisztika* 2021. évi 3-4. szám, 46-56. oldal
- [10.] TERÉK Tamás: Lőszer- és robbanóanyag-tároló katonai objektumok veszélyességi besorolásának jogszabályi követelményei, belső védelmi terve, *Katonai Logisztika* 2020. évi 1-2. szám, 224-241.
- [11.] TERÉK Tamás: A harcanyagok hadihasználhatóságának fenntartása, mint az életútmenedzsment része a hazai és a nemzetközi szabályozási gyakorlatban. *Szemelvények a Katonai Műszaki tudományok eredményeiből III.* (In: Földi László, szerk.) Ludovika Egyetemi Kiadó, 2022. 399-414.
- [12.] DARUKA Norbert.: A katonai műszaki infrastruktúra elmélete tudományok tárgya és eredményei, *Műszaki Katonai Közlöny*, 2010.1-4. szám, 9-20.

DISARMAMENT OF AMMUNITION IN THE HUNGARIAN DEFENCE FORCES - PAST, PRESENT, FUTURE

LŐSZEREK SZÉTSZERELÉssel TÖRTÉNŐ HATÁSTALANÍTÁSA A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN – MÚLT, JELEN, JÖVŐ

ÉLES Péter⁹³

Abstract

The publication describes a little known area, the dismantling of ammunition in the Hungarian Defence Forces, as one of the possible last steps in the ammunition life cycle. As an introduction, it describes what this activity is and why it is necessary. It looks back to the mid-1990s, when the radical reduction of the armed forces resulted in a significant amount of weaponry, and thus naturally a large volume and wide range of ammunition, being removed from the Hungarian Defence Forces. This ammunition was mainly dismantled by dismantling. It will then present the present state of the art of disposing of ammunition in this way and conclude with a possible vision for the future in this field.

Keywords: ammunition, dismantling, technology.

Összegzés

A publikáció egy kevesek által ismert területet, a löszerek szétszereléssel történő hatástalanítását ismerteti a Magyar Honvédség szervezetében, mint a löszer életciklus egyik lehetséges utolsó lépcsőjét. Felvezetésképpen ismerteti, mi is ez a tevékenység és miért szükséges. Visszatekint az 1990-es évek közepére, amikor a haderő radikális csökkentéséből kifolyólag jelentős mennyiségű fegyverzettechnikai eszköz, így természetesen nagy volumenű és széles spektrumú löszerkészlet került ki Magyar Honvédség rendszeréből. Ezeket a löszereket döntően szétszereléssel hatástalanították. Ezt követően a löszerek ilyen módon történő ártalmatlanításának jelenét mutatja be, majd zárásképpen felvázol egy lehetséges jövőképet a területre vonatkozóan.

Kulcsszavak: löszer, szétszerelés, technológia.

BEVEZETÉS

Katonák előtt sem ismert széles körben a Magyar Honvédség löszer szétszerelő tevékenysége, a löszerek ily módon történő hatástalanítása. Evidenciának tűnik, hogy egy löszert, legyen az bármilyen űrméretű és fajtájú, előbb-utóbb ellőnek, illetve hibás működés, nem működés esetén tüzszerész módszerrel megsemmisítik. Miért is lenne szükség tehát a löszerek szétszereléssel történő hatástalanítására? Az alábbiakban több oldalról megvilágítva igyekszem megválaszolni ezt a kérdést, miközben visszatekintek ennek a tevékenységnek a múltjára, nagyvonalakban bemutatom jelenét és vázolom az elképzelhető jövőképet.

Miért szükséges?

Egy löszer – legyen az bármilyen – rendeltetésszerű felhasználása az, ha az alkalmazó fegyverből ellövik. Előfordul, hogy a lövés során akadály lép fel, a löszer nem indul el, vagy megáll. Általában ilyen esetekben az adott löszert a kialakult protokoll szerint megsemmisítik (adott mennyiségű trotil préstestet mellé helyezve felrobbantják). A Magyar Honvédség szabályozói szerint a hibás löszer sorozatát laboratóriumi vizsgálatra utalják, megállapítandó,

⁹³ A Magyar Honvédség Anyagellátó Raktárbázis Bázisparancsnokság (Pusztavacs) Lőszertechnikai alosztály vezetője, a Nemzeti Közszerológiai Egyetem Hadtudományi Doktori Iskolájának doktorandusza. E-mail: eles.peter36@gmail.com; ORCID: 0000-0002-9938-9823.

hogy az a lőszersorozat további hadihasználatra alkalmas-e? Ha nem, akkor későbbiekben történő felhasználását letiltják.

A Magyar Honvédségben, mint minden más hadseregben, a lőszerből különféle készleteket képeznek, például kiképzési célú, hadi célú, stratégiai készletek stb. Békeidőben a felhalmozott készletek egy része természetszerűleg nem kerül felhasználásra, ezek egy idő után elveszítik szavatossági idejüket. A szavatossági idő laboratóriumi vizsgálatok után, azok megfelelő eredménye alapján meghosszabbítható, de nem a végtelenségig. A fentiekből következően hadihasználatra alkalmatlan, felesleges lőszerkészletek mindig keletkeznek.

A letiltott, valamint a hadihasználatra alkalmatlan és felesleges lőszerkészleteket valamilyen módon kezelni kell. A további tartós tárolásuk kockázati tényezőt jelent: lőpor- és robbanótölteteik, pirotechnikai anyagaik az idő előrehaladtával fokozatosan veszítenek fizikai-kémiai stabilitásukból, ami eredményezhet véletlen elműködést. [1] Egy lőszerraktárban ez akár katasztrófát is okozhat.

A kezelés egyik módja a megsemmisítés. Ebben az esetben tűzszerészeti módszerrel felrobbantják a lőszeret, így kézenfekvő, hogy említésre méltó mennyiségű, később értékesíthető hulladékanyag nem keletkezik. [2]

Másik módszer, ha az adott lőszeret szétszereléssel hatástalanítják, azaz az éles alkatelemeket nem működtetik el. Így a keletkezett végtermékek értékesíthetők, azaz bevétel képezhető, valamint a környezet terhelése is kisebb, mint a robbantásnál. A továbbiakban ez utóbbi módszert ismertetem.

Előljáróban néhány szó arról, mi is az a lőszer? A Haditechnikai kislexikon meghatározása szerint a lőszer „a lövésfolyamathoz szükséges eszközök és anyagok összefoglaló neve. Részei: a lövedék, a hüvely, a csappantyú és a lőportöltet.” [4] Ez az általános meghatározás. A Lőszer anyagismeret című szolgálati könyv részletesen meghatározza a tűzérségi lőszer elemeit: „Az éles tűzérségi lőszer összetételéhez különböző kombinációkban az alábbi elemek tartoznak:

- megfelelően szerelt lövedék;
- gyújtó vagy időzíthető gyújtó;
- élestöltet (lőportöltet);
- hüvely vagy töltetzacskó;
- a lőportöltet gyullasztóeszköze;
- kisegítő elemek a lőportöltethez (gyullasztó, lángcsökkentő, réztelenítő, flegmatizátor és tömítőszerkezet).” [5]

A fentiekből látható, hogy egy lőszer, főleg, ha az tűzérési (vagy harckocsi, légvédelmi tűzérési) nem is olyan egyszerű szerkezet⁹⁴, mint azt elsőre gondolhatnánk. [3] Ezért ezek szétszerelése nagy körültekintést igényel, az előírások szigorú betartását követeli meg.

A szétszereléssel történő hatástalanítás minden éles elemet tartalmazó lőszer esetében veszélyes munkának minősül. Szigorú előírások vonatkoznak a szerelési műveletekre, az alkalmazandó és betartandó biztonsági rendszabályokra. Így minden szerelési munkát csak az illetékes által jóváhagyott technológiai utasítás és a belőle készült műveleti utasítások szerint szabad csak végrehajtani. Külön előírás vonatkozik a munkaeszközökre és az öltözetre (munkaruházatra): „A statikus elektromos feltöltődések megakadályozása érdekében a fekete füstű és gyérfüstű lőporokkal, lőportöltetekkel és a belőlük készült elemekkel (gyullasztó, lőporkötegek, robbanó-hangjelzők stb.), valamint a piezoelektromos gyújtókkal, gyullasztókkal és a PTURSZ⁹⁵ robbanásveszélyes elemeivel végzett munkák során csak feltöltődésre nem hajlamos (nem szigetelő) anyagokat lehet alkalmazni.” [4] „**TILOS** továbbá a fentebb felsorolt elemekkel végzett munkák során elektromosan könnyen feltöltődő gyapjuszövetből, laktán, kapron, nitrát, acetátselyemből és más műanyagokból készült ruházatban dolgozni.” [4] Ez utóbbi előírásnak való megfelelés érdekében, illetve a félreértelmezések elkerülése végett a lőszerszerelő állomány minden munkafolyamatot kötelezően antisztatikus munkaruházatban végez.

Visszatekintés

A rendszerváltást követően a Magyar Honvédség létszáma nagymértékben csökkent, ezzel párhuzamosan nagy mennyiségű haditechnikai eszköz is kivonásra került, ezek között jelentős számban voltak fegyverrendszerek is, például T-55 harckocsik, 57-122 mm-es lövegek (beleértve a 122 mm-es Gvozdjika és a 152 mm-es Akácija önjáró tarackokat is) stb. Ez természetesen azt is jelentette, hogy az ezekhez a fegyverrendszerekhez tartozó lőszerkészletek is feleslegessé váltak. Olyan helyzet alakult ki, hogy a Magyar Honvédség központi lőszerraktáraiban „egy csapásra” óriási mennyiségű felesleg keletkezett. Ezekkel a lőszerkészletekkel kezdeni kellett valamit. A megsemmisítés szóba sem jöhetett, lévén több tízezer tonnáról volt szó. Beindult a piackutatás, majd az értékesítés. Ez azonban csak rövid ideig tartott, mivel csak szűk szegmensre volt kereslet, nem beszélve arról, hogy ezen lőszer

⁹⁴ A médiafelületek gyakran nem a helyes terminológiai kifejezéseket használják egy-egy hadianyag vonatkozásában. Ezzel kapcsolatosan bővebb információ elérhető a DR. DARUKA Norbert - Robbanótestek I. - Amit a bombákról tudni érdemes; című publikációjában.

⁹⁵ PTURSZ (ПТУРС) – oroszul: Protivotankovij upravljajemij reaktivnij sznarjad (Противотанковый управляемый реактивный снаряд) – irányítható páncéltörő rakéta (szó szerint: irányítható páncéltörő reaktív lövedék).

általában legalább tízévesek voltak. Maradt a szétszereléssel történő hatástalanítás, majd az ebből nyert végtermékek értékesítése.

A '90-es közepén (amikor a nagyvolumenű szétszerelési tevékenység elkezdődött) a Magyar Honvédség hadrendjében három lőszerszerelő üzem működött: Pusztavacson, Izsákon és Hajdúsámsonban. Ezek az üzemek rendelkeztek olyan személyi állománnyal, berendezésekkel és technológiákkal, amelyekkel megoldhatták ezt a közel sem egyszerű feladatot. Ezek az üzemek korábban a lőszerek javítását, felújítását, „új” lőszerek alkatelemekből történő összeállítását végezték, így át kellett állniuk ellentétes munkafolyamatokra.⁹⁶ Ebben az időben szerelték szét az 57, a 76, a 85, a 100, 122 és 152 mm-es tüzérségi, légvédelmi és harckocsi lőszerek minden fajtáját (kiemelten a repesz, repesz-romboló, páncéltörő-fényjelző, kumulatív, űrméret alatti páncéltörő-fényjelző lőszereket).

A szétszerelés ekkor a tüzérségi és harckocsi ágyú lőszerekre fókuszált. Érthető, hiszen ezek a lőszerek voltak legnagyobb számban tartalékként felhalmozva, azaz jelentős hasznos tárolókapacitást kötöttek le.

Az alábbiakban röviden áttekintem az ebben az időben jellemző munkák egyikét, az 57 mm-es 43M páncéltörő ágyú páncéltörő-fényjelző lőszerének szétszereléssel történő hatástalanítását, melynek során képet alkothatunk egy ilyen technológiai folyamat mibenlétéről, a feladatok sokrétűségéről.

A 1998. november 09-én kezdődött 4000 db 57 mm-es 43M páncéltörő ágyú páncéltörő-fényjelző lőszerének a három részből álló hatástalanítása [7] [8]: a lőszer alkatelemekre történő szétszerelése, robbanóanyagának eltávolítása, vörösréz vezetőabroncsának leválasztása.

A lőszer szétszerelésének lépései:

1. A lőszerek előmelegítése, kicsomagolása, mennyiségi, sorozatszám szerinti és minőségi ellenőrzése;
2. A lőszerek megtisztítása a konzerváló anyagtól
3. Csappantyús csavar eltávolítása, elcsomagolása
4. A lőszer gépi (pneumatikus) széthúzása (a lövedék és a szerelt hüvely szétválasztása)
5. Fenékgyújtó kicsavarása, elcsomagolása
6. A löportöltet, a gyullasztó és az egyéb alkatelemek kiszérése a hüvelyből, ezek elcsomagolása
7. Az üres hüvely roppantása (újrátöltésre alkalmatlanná tették)
8. A lövedékek előkészítése a robbanóanyag eltávolítására

⁹⁶ A '90-es évek előtt is folyt szétszerelés ezekben az üzemekben, de ezek csak ad hoc munkák voltak – például végleg lejárt szavatosságú lőszersorozatok esetében.

A lövedék robbanóanyagának eltávolítása kiolvasztási technológiával történt: egy mozdonykazán által fejlesztett forró gőzt vezetnek az ún. robbanóanyag kiolvasztó kádakba. A kádak reteszelve ajtóval zárhatók. Bennük lövedék típusnak megfelelő, cserélhető csészék vannak, amelyekbe a lövedékek a gyújtószerkezet fészkeivel lefelé helyezendők el. A csészék és bennük elhelyezett lövedékek a kád alján lévő lyukon át a külső környezettel érintkeznek. A forró gőz a zárt kádban lévő lövedékekben megolvasztja vagy a TNT-t (pl. repesz-romboló lövedékek esetében), vagy a robbanóanyagot a lövedékben rögzítő ragasztót (pl. páncéltörő lövedékek esetében). A TNT a lövedék szájnyílásán át kifolyik az alatta elhelyezett tálcába és ott megdermed, illetve a ragasztott robbanóanyag testek (pl. A-IX-2) a ragasztó megolvadása után kihullanak a tálcára.

Az említett lőszer robbanóanyag kiolvasztásának lépései:

1. Kazán felfűtése
2. Lövedékek kiolvasztó kádakban való elhelyezése
3. A kiolvasztás technológiai idejének kivárása
4. A tálcákba hullott robbanóanyag (A-IX-2) elcsomagolása
5. Lövedékek ellenőrzése robbanóanyag mentesség szempontjából
6. Lövedékek előkészítése a vezetőabroncsok leválasztására

A vezetőabroncs leválasztása a lövedékekről esztergagépeken történt:

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

Ebben az időben a csappantyús csavarokon és a gyújtószerkezeteken kívül minden egyéb alkatetemet értékesítettek, beleértve a lőporokat és robbanóanyagokat is. A munkavégzés szervezettségét és hatékonyságát illusztrálja, hogy a 4000 db lőszer teljes szétszerelése és hatástalanítása 1998. november 09-től 1998. november 23-ig, mindössze 10 munkanapig tartott, a felhasznált munkaóra mindösszesen 1439,35 volt.

2000 decemberében a hadihasználatra alkalmatlan és felesleges lőszerkészletek szétszerelése hadrendi keretek között abbamaradt: ekkor szűnt meg a Pusztavacson települő Magyar Honvédség Lőszerjavító és Bevizsgáló Üzem, ahol az utolsó lőszerszerelő szervezeti egység

működött.⁹⁷ Négy év múltán polgári vállalkozások kezdtek neki ennek a tevékenységnek a korábbi katonai szétszerelő bázisokon: Pusztavacson a Trend-Fix Kft. és Hajdúsámsonban a Nyír-Uncia Kft. Ezek a vállalkozások a Honvédelmi Minisztérium által fizetett bér munkában végezték a szétszereléssel történő hatástalanítást. Az ebből származó végtermékek is a birtokukba kerültek, amelyet értékesítettek.

2009-ben a polgári szétszerelési tevékenység megszűnt, mivel a nagy bevételt, profitot jelentő szétszerelhető lőszerkészletek elfogytak. Azonban még ekkor is ezer tonnákban mérhető mennyiségű felesleg volt felhalmozva a központi lőszer tárintézetekben, Pusztavacson, Táborfalván, Kálban és Hajdúsámsonban.⁹⁸ Ekkor döntött úgy a honvédelmi tárca és a Magyar Honvédség felső vezetése, hogy Pusztavacson reaktiválják a lőszerszerelő képességet, amely a szétszerelési funkcióra összpontosul. Természetesen, javítási és karbantartási feladatokkal is számoltak, de a fő profilként a hatástalanítást határozták meg. Nyilvánvaló, hogy ezen tevékenység eredményeként keletkezett végtermékek eladásából bevétel képezhető, de korántsem biztos, bár nem kizárt, hogy ez hasznot is jelent – ez nagymértékben technológia függő. De a fő szempont nem is ez volt, hanem a kockázatok csökkentése.

Az előkészítő munkákat követően 2010-ben Pusztavacson, a Magyar Honvédség Veszélyesanyag Ellátó Központ szervezetén belül megkezdte működését a Lőszerszerelő részleg. A szervezeti átalakulásokat követően jelenleg ennek a szervezetnek a megnevezése Magyar Honvédség Anyagellátó Raktárbázis Bázisparancsnokság (Pusztavacs) Lőszertechnikai alosztály.

A jelen

A Lőszertechnikai alosztály jelenleg 22 fős létszámmal hajtja végre feladatait (ebbe beletartozik a vezető és az adminisztratív állomány is).

A szétszereléssel történő hatástalanítási tevékenységre ez idő szerint hat technológiai utasítás áll rendelkezésre, jelenleg ezek alapján folynak a munkák:

- 5,56-7,62 mm-es lövészlőszerek lövedékének kitörése
- 12,7-14,5 mm-es lövészlőszerek széthúzása
- 42M kézigránátok szétvágása
- 82 mm-es repesz aknavető gránátok robbanóanyag kiolvasztása
- 57 mm-es Sz-60 légvédelmi gépágyú dísz tűz lőszerének szétszerelése

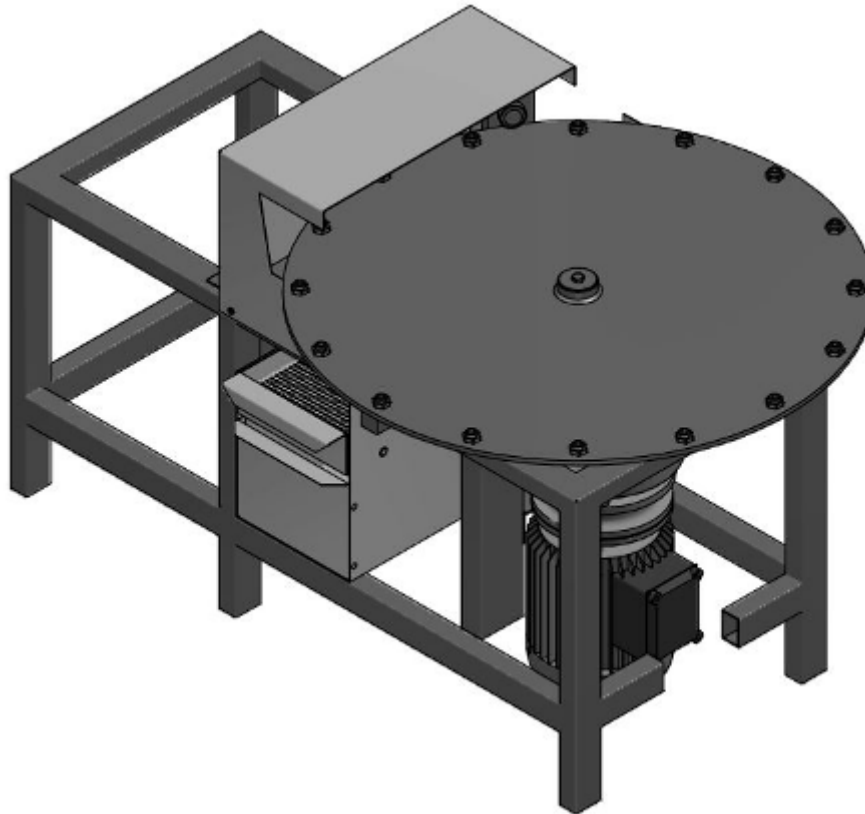
⁹⁷ A Magyar Honvédség Lőszerjavító és Bevizsgáló Üzem bázisán, annak jogutódjaként a Magyar Honvédség Harcanyag Ellátó Központ alakult meg, amely a Magyar Honvédség egészének lőszerrel, rakétával és műszaki harcanyaggal történő ellátását hajtotta végre.

⁹⁸ A hajdúsámsoni lőszerraktár 2012-ben, a káli 2014-ben felszámolásra került, lőszer- és műszaki harcanyag készleteiket a két maradó tárintézetbe, Pusztavacsra és Táborfalvára szállították át. Ezen készletek nagy része is feleslegesnek minősült.

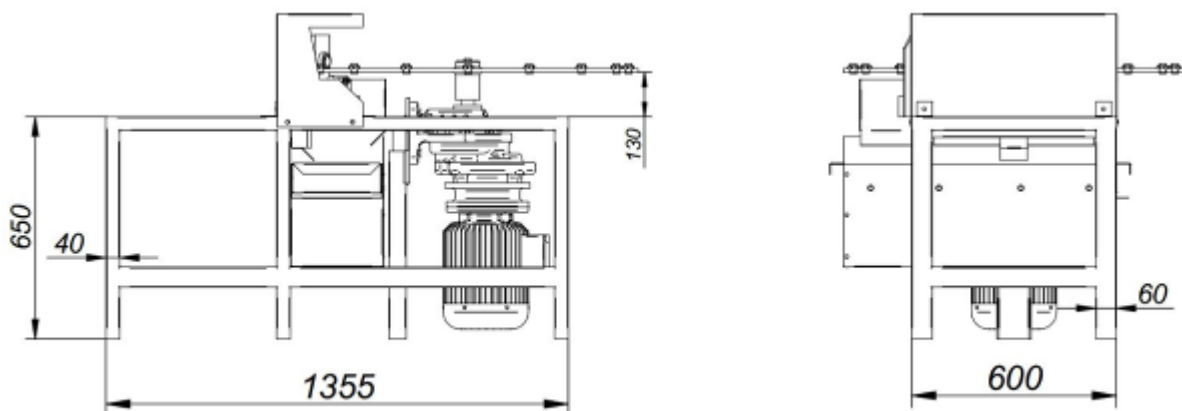
– 5,56-7,62 mm-es lövészlőszerek lövedékének kitörése

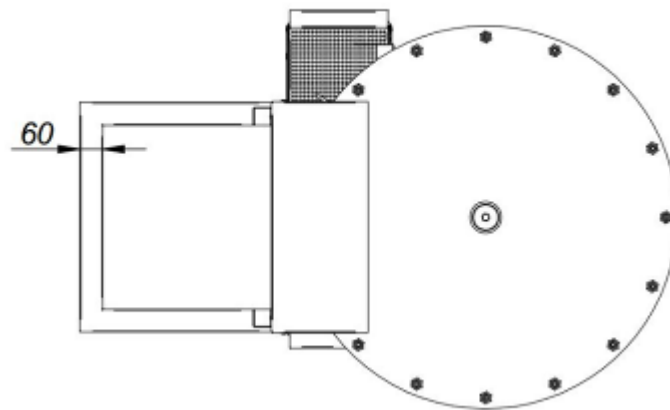
Ezen szétszerelési technológiai folyamat során a jelzett ürméretű lövészlőszerekből egy erre szolgáló berendezés segítségével eltávolítják – kitörik – a lövedéket, a lőportöltetet ürítik. A visszamaradó csappantyús hüvelyeket egy más technológia szerint hevítéssel elműködtetik.

A szétszerelés alapja a Magyar Honvédség Anyagellátó Raktárbázis Bázisparancsnokság (Pusztavacs) Lőszertechnikai alosztály saját gyártmányú, 001-LKB-BPPV típusjelzéssel ellátott lövedékkitörő berendezése.



1. ábra: 001-LKB-BPPV lövészlőszer lövedékkitörő berendezés [6]





2. ábra: A 001-LKB-BPPV lövészlőszer kitörő berendezés háromnézeti rajza [9]

A berendezést egy rácsszerkezetű asztal fogja egybe. Az asztalra egy 0,37 kW-os, 380 V/16 A áram táplálású robbanásbiztos hajtómű van erősítve, melynek fordulatszáma $0,04 \text{ s}^{-1}$ ($2,5 \text{ min}^{-1}$). A hajtómű mozgatja a forgótárcsát, amin 16 db menetes furat van kimunkálva. A menetes furatokba lőszer típusok szerint kialakított menetes perselyek csavarhatók be. A forgótárcsa alatt az asztalra két színesfém kitörő kés van felszerelve. A kések alatt, az asztal teljes szélességében síneken mozgó színesfémből készült löporfelfogó tálca van elhelyezve, a tetején lövedékráccsal.

A berendezést két dolgozó kezeli. Indítás után az egyik kezelő folyamatosan a perselyekbe helyezi a lőszeret, lövedékkel lefelé. A tárcsa lassú forgása ezt lehetővé teszi. A forgás során a lőszer a hüvelynyakuknál felütközik először az első, majd a második kitörő késen, aminek következtében a lövedékek kitörnek a hüvelyből (hüvelynyak maradvánnyal). Amint a kitörés során a hüvely kinyílik, a lőpor kipereg a löporfelfogó tálcába. A levált lövedékek is lehullanak és fennakadnak a löporfelfogó tálcán elhelyezett rácson. A tárcsa továbbfordulásával az így már csak üres csappantyús hüvelyt a másik kezelő elé kerül, aki azt egy kéziszerszámmal kiemeli a perselyből és az előkészített faládába helyezi. A technológiai utasítás előírásai szerinti kitört lőszer mennyiség után a löporfelfogó tálcát és rácsot ürítik: a lőport faládába ürítik, lemérik, majd zárható színesfém tároló tartályba (ún. tonnerba) öntik, ebben kerül végül tárolásba. A lövedékeket faládába csomagolják és mérlegelik. A csappantyús hüvelyeket fa- vagy fémkonténerbe öntik, később, egy másik technológia szerint, hevítéssel elműködtetik. Ezután kerülnek mérlegelésre és betárolásra. A technológiai folyamatból nyert minden végtermék értékesíthető. A lőport adott esetben (például kereslethiány miatt) égetéssel megsemmisítik.

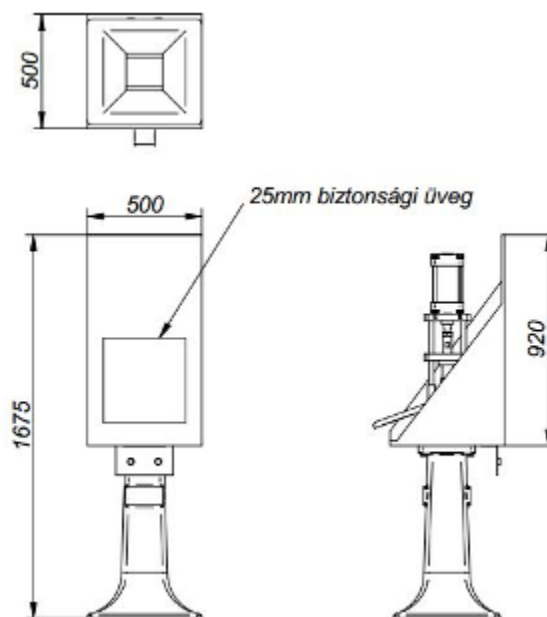
12,7-14,5 mm-es lövészlőszerek széthúzása

A technológiai folyamat során ezen nehéz géppuskalőszerek lövedékét és hüvelyét elválasztják egymástól (széthúzzák), a lőportöltetet ürítik. A technológia használható mind a B-32 (páncéltörő-gyújtó), mind a BZT (páncéltörő-gyújtó-fényjelző) jelzésű löszerek szétszerelésére. A visszamaradó csappantyús hüvelyeket egy más technológia szerint hevítéssel elműködtetik.



3. ábra: SZB-01 típusú pneumatikus löszerszéthúzó berendezés [10]

A szétszerelés alapja a Magyar Honvédség Anyagellátó Raktárbázis Bázisparancsnokság (Pusztavacs) Lőszertechnikai alosztály saját gyártmányú, SZB-01 típusjelzéssel ellátott pneumatikus löszerszéthúzó berendezése.

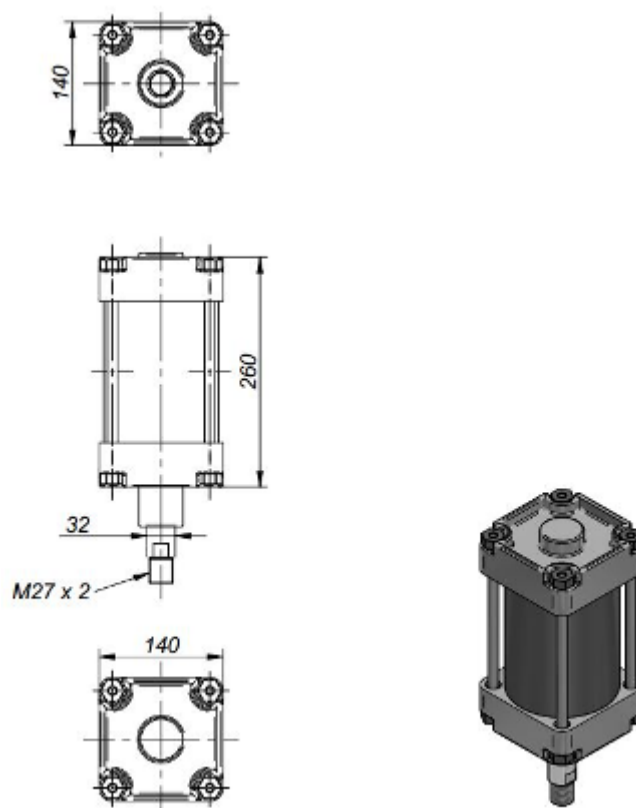


4. ábra: Az SZB-01 pneumatikus löszerszéthúzó berendezés háromnézeti rajza [10]

A berendezés fő alkatrésze a pneumatikus munkahenger (dugattyú), az alsó részére szerelt lőszerbefogó körmökkel, háromnézeti rajza az 5. ábrán látható. A berendezés sűrített levegővel működik, amit egy kompresszor állít elő. A levegőt csővezetéken keresztül vezetik a berendezéshez. A levegő üzemi nyomása maximálisan 0,5 MPa.

A berendezés további főbb alkatrészei a lőszertalp befogó, ami cserélhető a széthúzandó lőszer űrméretének megfelelően, a lőszerek megragadására szolgáló, három szegmensű befogó körmök és a körmöket rögzítő lőszerbefogó betét.

A lőszert a hüvelyének hornyos kimunkálásánál fogva a lőszertalp befogó peremébe helyezik, a talp stabilan rögzíti. A kezelő az indító gombbal megindítja a kihúzási ciklust. Ekkor a dugattyú lefelé mozgásakor a befogó körmök a lőszer lövedékére csúsznak, azt szilárdan megfogják. Felfelé mozgáskor a lövedéket kihúzza a hüvelyből. A lövedék a körmök között marad. Egy ciklus itt ér véget. A kezelő kicsúsztatja a lövedékétől megfosztott hüvelyt a talp alól, a lőportöltet faládba üríti, a csappantyús hüvelyt egy másik faládba helyezi. A következő ciklusban, amikor a dugattyú lefelé mozog, a következő behelyezett lőszer lövedéke kilöki az előző lövedéket a körmök közül, ami a betét erre a célra kimunkált nyílásán kiesik egy vezető lejtőre, amelyen az előkészített ládába csúszik.



5. ábra: A pneumatikus munkahenger (dugattyú), az alsó részére szerelt lőszerbefogó betéttel és körmökkel [10]

A lőport a technológiai utasításban előírt széthúzott mennyiség után eltávolítják, mérik, majd zárható színesfém tonnerba csomagolják. A csappantyús hüvelyt és a lövedékeket külön-külön konténerbe gyűjtik. A lőszer teljes ártalmatlanításának végső stádiuma, amikor más technológia alapján a csappantyús hüvelyt hevítéssel elműködtetik, illetve a lövedékekből a pirotechnikai elegyet ugyanezen technológiával kiégetik.

42M kézigránátok szétvágása

A rendszerből kivont, régi nyeles kézigránátok szétszerelésére szolgáló technológia, melynek alapja a Magyar Honvédség Anyagellátó Raktárbázis Bázisparancsnokság (Pusztavacs) Lőszertechnikai alosztály saját gyártmányú kézigránát szétvágó berendezése. A berendezés fő elemei a robbanásbiztos hajtómű, a fészek, amibe a szétvágandó kézigránát helyezik, a vágókészülék kör alakú késsel, a hajtómű által megforgatott felső tengely, fészekmozgató lábpedál.

A technológiai folyamat során a hatástalanítandó kézigránátok 3 fő alkotórészét, a gránátfejet, az égőgyújtót és a nyelet szétszerelve külön kezelik: az égőgyújtót külön technológia alapján hevítéssel elműködtetik, a nyelet összezúzzák, a benne lévő fém alkatrészeket és a fát külön választják.

A gránátfej tartalmazza a kb. 0,12 kg-os TNT préstestet. Ennek eltávolítása céljából a kezelő a szétvágó gép fészkébe helyezi az éles gránátfejet. A lábpedál lenyomásával a felső vezető tengelyhez nyomja az éles gránátot. Ezután bekapcsolja a gépet, a fészek a gránátfejjel forgásba jön.



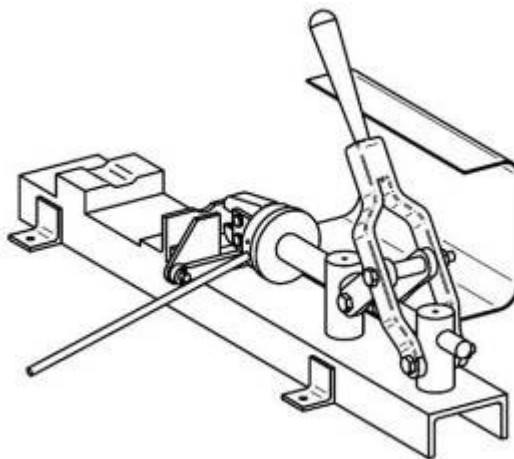
6. ábra: A kézigránát szétvágó gép működés közben⁹⁹

⁹⁹ A szerző saját felvétele

A vágókészülék karját a kézigránát palástjához szorítja, ezzel a vágást elvégzi. A lábpedált a vágáskor folyamatosan lefelé kell nyomni. Az átvágás után a kezelő a lábpedált felengedi, megvárja, hogy a kézigránát forgó mozgása megszűnjön. Ha megáll, a kézigránátot kiveszi, a szétvágott éles kézigránátfejeket visszateszi ládájába, s ládával együtt a következő műveleti helyre továbbítják. Itt a szétvágott éles kézigránátból kiemelik a robbanótöltetet (préstestet). Abban az esetben, ha a TNT préstest könnyedén nem jön ki, úgy a kézigránát palástját az asztalon kialakított, s rögzített keményfához ütögetik. Megengedett fakalapács használata. A kiemelt TNT elcsomagolják Az acélházat és a levágott részt, gyűjtő konténerbe helyezik

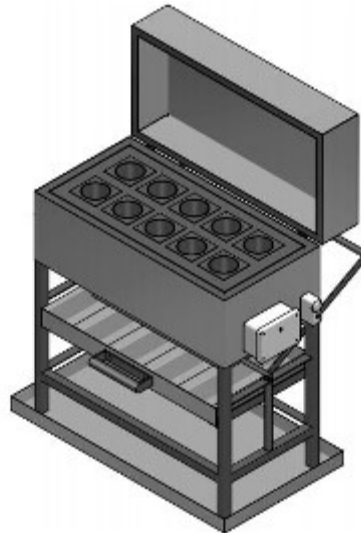
82 mm-es repesz aknavető gránátok robbanóanyag kiolvasztása

A 82 mm-es 37M aknavetők repesz aknalőszerének szétszerelése az indítótöltet, a gyújtó és a robbanóanyag töltet kisereléséből áll. Az aknagránát gyújtóját erre a célra szolgáló speciális kulccsal, az ún. gyújtókulccsal kicsavarják a szájmenetből. Ezután az indítótöltetet a PZMK1 típusú kihúzó készülékkel eltávolítják az akna farokrészből. Az aknagránátot a kezelő a készülékalapzatra helyezi úgy, hogy a hossz tengellyel megegyező irányban, farok része a két függőleges támasz közé, és a vízszintes támaszon felfeküdjön (lásd az ábra bal oldalán). Vétlen indítás elkerülése végett a bőrszíjjal a szerkezethez rögzíti az aknagránátot. A csúszkmozgató kart az aknagránát felé tolja, és a hüvelyvonó mozgató kar segítségével az indítótöltet hüvelyperemén fogást vesz. Ezt követően a csúszkmozgató kart hátra húzza, majd eltávolítja a hüvelyvonók közül a kihúzott indítótöltetet.

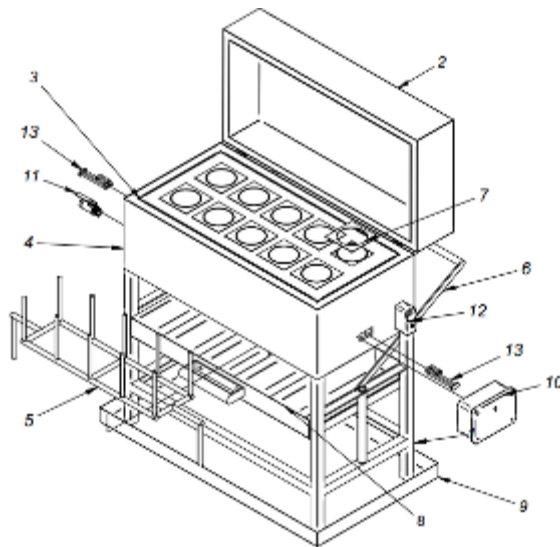


7. ábra: PZMK1 típusú kihúzó készülék [11]

Ezt követően a robbanóanyag aknagránátból való kiserelése következik. Ez melegvizet kiolvasztási technológiával történik, robbanóanyag kiolvasztó kádban.

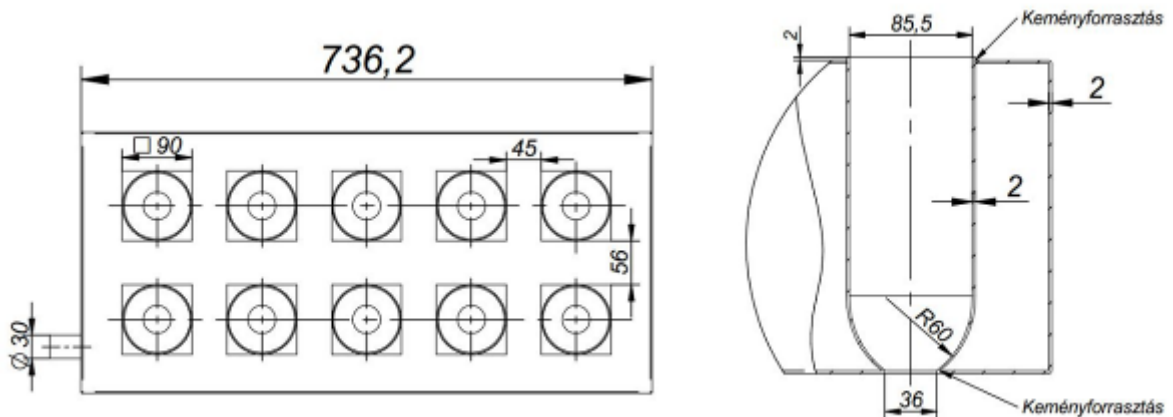


8. ábra: Robbanóanyag kiolvasztó berendezés [12]



1: tartókeret, 2: szigetelt zárófedél, 3: kád kiolvasztó fészkekkel, 4: szigetelt burkolat, 5: dugaszgató tűskék, 6: emelőkar, 7: zárólemez, túlnyomás elvezetővel, 8: robbanóanyag tálca, 9: kármentesítő tálca, 10: kapcsolódoboz, 11: 1/2"-os csap, 12: termosztát, 13: fűtőszál

9. ábra: A robbanóanyag kiolvasztó berendezés összeállítási rajza [12]



10. ábra: A robbanóanyag kiolvasztó berendezés kádja a kiolvasztó fészkekkel [12]

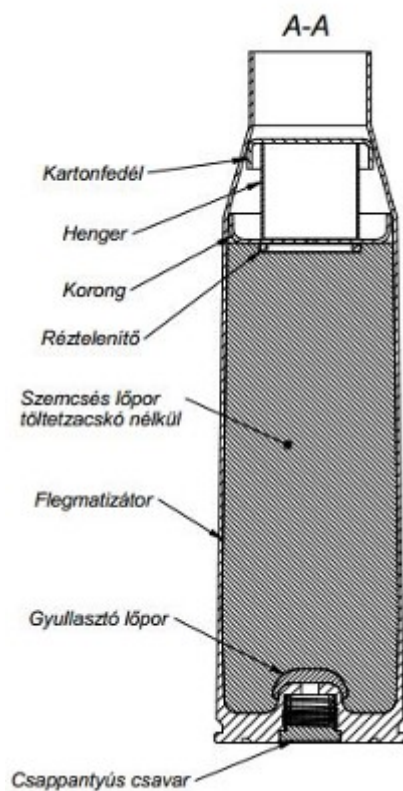
A berendezés kádja 40 dm^3 vízzel van feltöltve. A feltöltést a csapon keresztül végzik (az ürítés ugyanitt történik). A víz körülöleli a kádba keményforrasztással rögzített sárgaréz kiolvasztó fészkeket. A berendezést bekapcsolják (380 V/32 A villamos áram működteti) és 100 C^0 -ra fűtik fel a vizet. A hőntartást a termosztát biztosítja. A víz felmelegedése után a kezelők a 10 db fészekbe helyezik az aknagránátokat. Az aknagránátok töltete TNT, illetve TD-40, így az kb. $85\text{-}90 \text{ C}^0$ -on megolvad. Az olvadt robbanóanyag a fészkek nyílásán keresztül kifolyik az alul elhelyezett alumínium robbanóanyag tálcába és ott megszilárdul. A folyamat hozzávetőleg 60-90 percet vesz igénybe. A kiolvadt robbanóanyaggal telt tálcát kihúzzák a berendezés alól és a robbanóanyagot hagyják kihűlni és megdermedni. Ekkor a kiütik a tálcából (fa- vagy bronzkalapáccsal) és elcsomagolják. Az aknagránátokat kiemelik a kiolvasztó fészkekből és ipari gőzborotvával eltávolítják a maradvány robbanóanyagot. Az így keletkezett trotilos vizet melegíti, a víz elpárolog és TNT marad vissza. Ez kihűlés után szintén elcsomagolható.

57 mm-es Sz-60 légvédelmi gépágyú dísztüz lőszer szétszerelése

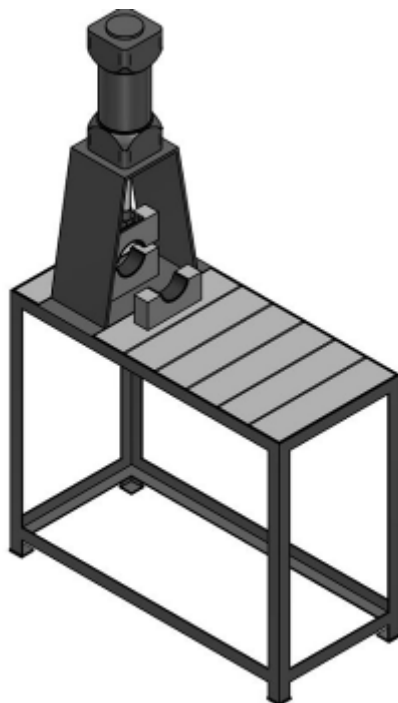
Az 1990-es években kerekítve 5000 db dísztüz lőszert gyártottak az 57 mm-es Sz-60 légvédelmi gépágyú repesz lőszeréből. Ezek tulajdonképpen vaklőszerek, lövedékük nincsen, a hüvelyszáját lövegzsírral, lakkréteggel bevont kartonfedéllel zárják le. Ezek a dísztüz lőszerek azonban nem kerültek felhasználásra, az idő múlásával feleslegessé váltak.

Szétszerelésük technológiai folyamata a lőszerek külső felületének konzerváló anyagtól való megtisztításával kezdődik. Ezt réz kaparókkal, lakkbenzinnel végzik. Ezután a lőszereket egyesével fektetve egy pneumatikus satuba fogják (a satut lásd a 10. ábrán). A megfogott lőszerek hüvelytalpából körmös kulccsal kicsavarják a csappantyús csavart. A kicsavart csappantyús csavarokat elcsomagolják, a hüvelyeket a pedig átszállítják a lőpor eltávolító helyiségbe. Itt réz szerszámokkal dolgoznak, elkerülendő a szikraképződést: kiemelik a kartonfedeleket, a leszorító kartonhengert és a lőportöltetre fekvő kartonkorongot. Kiveszik a réztelenítő ólomhuzalt. A hétlyukú progresszív lőport kiszórják egy színesfém tároló tonnerbe. A hüvelyfalról felkaparják a flegmatizátorként szolgáló paraffinnal bevont papírtekercset. Szükség szerint lekavarják róla a feltapadt lőporszemeket. A hüvelyből kinyert alkatelemeket külön csomagolják el. A lőporon és magán a hüvelyen kívül a többi végtermék veszélyes hulladékként kezelendő.

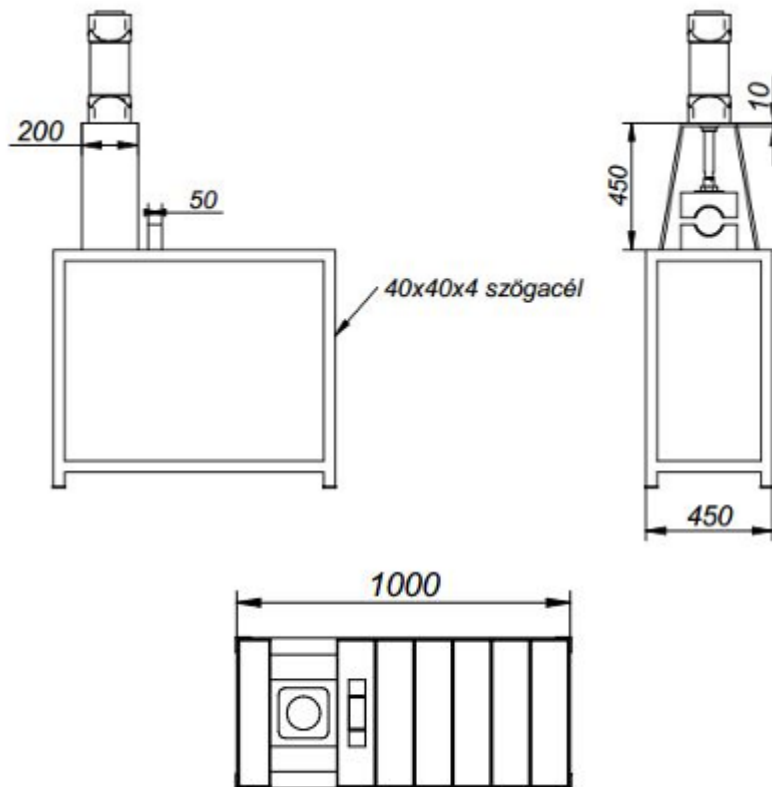
Az alábbi ábrákon az 57 mm-es Sz-60 légvédelmi dísztüz lőszer metszete és a lőszer befogásához alkalmazott pneumatikus satu rajza látható.



11. **ábra:** 57 mm-es Sz-60 légvédelmi gépágyú dísztűz lőszer metszete [13]



12. **ábra:** Satu a lőszer befogásához [13]



13. ábra: A satu háromnézeti rajza [13]

Összefoglalva, jelenleg ezek azok a technológiai folyamatok, amelyek szerint a felesleges lőszerkészletek szétszereléssel történő hatástalanítása történik. Belátható, jelentős mennyiségű piacképes, azaz eladható végtermék keletkezik, azaz a „ballasztanyagból” bevétel is nyerhető.

A jövő

Vannak olyan felesleges lőszerkészletek, amelyek kezelése még nem megoldott, különböző okok miatt.

A 82 mm-es repesz aknagránátokon felül még vannak egyéb szétszerelésre váró tűzérési és harckocsi lőszer, amelyek technológiai utasítása még nem készült el, mivel az ehhez szükséges berendezések még nem állnak rendelkezésre. Így például a nagyobb űrméretű, TNT alapú robbanóanyagot tartalmazó lőszerhez való, illetve a páncéltörő lőszer hexogén bázisú robbanóanyagainak eltávolítására alkalmas kiolvasztó berendezések. Közelebbi célja a Lőszertechnikai alosztálynak, hogy ezeket a berendezéseket megtervezzék és legyártsa, lehetővé téve a technológiai paletta bővítését. A szellemi tőke és bizonyos mértékben az anyagi-dologi háttér is rendelkezésre áll a feladat végrehajtására.

A hatékonyság növelése is célkitűzés. Példaként említem a lövészlőszer lövedékkítörésének kvázi automatizálását. Ez jelentené a lőszeradagolás, a hüvelyürítés önműködővé tételét. Az adagolásra született elképzelések között szerepel a felhúzható

spirálrugós csigatár elvének alkalmazása, vagy a rázó adagoló. Az ürítés automatikussá tételére jó elgondolásnak tűnik a lejtős pályás megoldás: az üres hüvelyek útjába egy konzolon benyúló, a hüvely hornyos peremébe akaszzkodó kivágott lejtő kialakítása, terelő lemezzel, ami az így kivont hüvelyeket a kívánt helyre ejti.

Hat évvel ezelőtt vetődött fel, hogy az ilyenfajta termelést hatékonyabbá tenné egy ún. lőszermegsemmisítő mű alkalmazása. Ez lényegében már nem klasszikus szétszerelést jelentene (ahogy a megnevezésből is kitűnik), hanem elműködtetést, azonban ez zárt térben történne, ahol az elműködés után maradt fémhulladékok (igaz nem homogén állapotban) visszamaradnának, így valamilyen szinten értékesíthető végtermék keletkezne.

Léteznek építő elgondolások, remek ötletek a lőszer szétszerelés tekintetében, ezek megvalósítása kecsegtető perspektívát jelenthet mind a Magyar Honvédség, mind az állam számára. Gondoljunk bele: minden hadseregben keletkeznek felesleges lőszerkészletek. Ezek gazdaságos kezelése nem utolsó szempont. Ha a saját lőszerszerelő képességünket jól menedzseljük, kiléphetünk vele akár a nemzetközi porondra is.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DR. DARUKA Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei; Műszaki Katonai Közlöny XXVI. évfolyam, 2016. 1. szám pp.: 26-44. ISSN 2063-4986.
- [2] DARUKA Norbert: A robbanóeszközök megsemmisítésének lehetőségei a tűzszerész feladatok tekintetében, VIth International Symposium on Defence Technology 6-7 May 2010 Budapest, ISSN 1416-1443.
- [3] DR. DARUKA Norbert: Robbanótestek I. - Amit a bombákról tudni érdemes; Műszaki Katonai Közlöny XXIV. évfolyam, 2014. 4. szám pp. 68-82. ISSN 2063-4986.
- [4] Haditechnikai kislexikon. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1976. Második, átdolgozott és bővített kiadás. 221. oldal.
- [5] Lőszer anyagismeret (Tüfe/136). Szolgálati könyv. A Honvédelmi Minisztérium kiadása, 1972. 5. oldal.
- [6] Biztonsági rendszabályok a lőszerrel végzett munkáknál (Tüfe/322). Szolgálati könyv. A Honvédelmi Minisztérium kiadása, 1979. 51. oldal, 107. pont.
- [7] 36/98 számú munkautasítás (57 mm 43M á. pct. lőszer szétszerelés – 4000 db) – Magyar Honvédség Lőszerjavító és Bevizsgáló Üzem, Pusztavacs, 1998. alapján.
- [8] 40/98 számú munkautasítás (57 mm 43M pct. á. löv. kiolv., rézgyűrű leszedés – 4000 db) – Magyar Honvédség Lőszerjavító és Bevizsgáló Üzem, Pusztavacs, 1998. alapján.
- [9] A 001-LKB-BPPV lövészlőszer kitörő berendezés műszaki leírása és üzemeltetési utasítása. Nyilvántartási száma: 1506/251 (MH ARB BPPV). 2021. Készítette: ÉLES Péter őrnagy. Ábramelléklet. Az ábrákat készítette: BERKI Zoltán honvédelmi alkalmazott.

- [10] Az SZB-01 típusú pneumatikus löszerszéthúzó berendezés műszaki leírása és üzemeltetési utasítása. Nyilvántartási száma: 1506/256 (MH ARB BPPV). 2022. Készítette: ÉLES Péter őrnagy. Ábramelléklet. Az ábrákat készítette: BERKI Zoltán honvédelmi alkalmazott.
- [11] Technológiai utasítás a PZMK1 típusú készülék legyártásához és üzemeltetéséhez. Nyilvántartási száma: 1506/243 (MH ARB BPPV). 2013. Készítette: ÉLES Péter őrnagy, SZABÓ Gergely hadnagy, URBÁN Tamás hadnagy. Ábramelléklet. Az ábrákat készítette: SZABÓ Gergely hadnagy.
- [12] A 001-RKB-BPPV típusú robbanóanyag kiolvasztó berendezés műszaki leírása és üzemeltetési utasítása. Nyilvántartási száma: 1506/252 (MH ARB BPPV). 2021. Készítette: ÉLES Péter őrnagy. Ábramelléklet. Az ábrákat készítette: BERKI Zoltán honvédelmi alkalmazott.
- [13] Technológiai utasítás az 57 mm-es Sz-60 légvédelmi gépágyú díszűz lőszerének szétszerelésére, a nyert végtermékek elcsomagolására és tárolására. Nyilvántartási száma: 1506/254 (MH ARB BPPV). 2022. Készítette: ÉLES Péter őrnagy. Ábramelléklet. Az ábrákat készítette: BERKI Zoltán honvédelmi alkalmazott.

ON EXPLOSIVES TESTING BY CERTRUST LTD.

A CERTRUST KFT. ROBBANÓANYAG VIZSGÁLATAIRÓL

KUGYELA Lóránd¹⁰⁰

Abstract

CerTrust Ltd is the only company in Hungary with the status of conformity assessment body for the testing of pyrotechnic products and explosives. All this is little known in Hungary, as the Hungarian explosives and mining industry was gradually reduced to zero after the regime change. It is not easy to survive and develop in such an environment, with 2-3 generations missing from the profession and a technical backlog of 30-40 years. My article is about a company serving this narrow segment.

Keywords: explosives, testing, designated organisation.

Összegzés

Magyarországon egyedülként a CerTrust Kft rendelkezik pirotechnikai termékek és robbanóanyag vizsgálatával kapcsolatban megfelelőségértékelési szervezet státusszal. Mindez hazánkban kevésbé ismert hiszen a magyar robbanóanyagipar és bányaipar a rendszerváltás után fokozatosan nullára redukálódott. Ilyen környezetben helytállni és fejlődni nem könnyű, hiszen 2-3 generáció hiányzik a szakmából és technikai lemaradásunk 30-40 év közötti. Cikkem erről a szűk szegmensben szolgáltató cégről szól.

Kulcsszavak: robbanóanyag, vizsgálat, kijelölt szervezet.

BEVEZETÉS

A CerTrust Kft. a TÜV Rheinland Intercert Kft. (TRIC) P01 üzleti területének jogutódjaként jött létre. 2019-ben szerezte meg kijelölt szervezeti státuszát [1] a robbanóanyagok területén. A jogutódlás eredője az egykori anyacég piaci beszűkülésének eredménye, amelybe a robbanóanyagok és pirotechnikai termékek¹⁰¹ és veszélyes anyagok vizsgálata nem volt tovább fenntartható ezért azok szanálásra kerültek volna. [2] A cég piacképességét és alkalmazottainak szakmai értékét jelzi, hogy a változást a TRIC által tanúsított cégek rugalmasan kezelték, és nem okozott problémát az új környezet. A cég által vizsgált termékek gerincét továbbra is a pirotechnikai termékek jelentették, mely fokozatosan bővült ahogy a cég eszközparkja fejlődött. Kis céggként egy nemzetközi porondom versenyezni nem könnyű feladat, itt csak olyan módon lehet helytállni, ha valami unikális értéket tudunk közvetíteni a megrendelő felé. Az utóbbi 3 évben főleg egy Covid vagy egy háborús válság közepette mindez nem könnyű, de a szakmai rátermettség, a flexibilitás és vevőközpontúság. Talán elcsépeelt marketingszagúnak tűnik, de nagy jelentőséggel bír a következő okok miatt is. Nemzetközi kutatóintézetek nagy emberi apparátussal, szinte korlátlan eszközparkkal rendelkeznek. Nehezen reagáló nem közvetlenül piacból élő szervezetek melyeknek a vevő egymunkadarab nem pedig a cég

¹⁰⁰ 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.

¹⁰¹ Bővebben lásd: DR. DARUKA Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei; című publikációban.

jövőjének kulcsai. Ilyen cégek sok esetben lassúak és körülményesek a vevőkkel. A vevők igénylik a támogatást és a gyors tanácsadást. A CerTrust Kft. jelentősége ebben rejlik. Kicsi cég gyors reagálással és stabil szakmai háttérrel és megoldásokkal, amelyek megfelelnek a szabványoknak, rendeleteknek és direktíváknak. Jelenleg 8 területen rendelkezünk kijelölt szervezeti státusszal. [3]

1. Vizsgálataink

A CerTrust Kft. egyre szélesedő eszközparkkal és gyakorlattal tud szolgáltatást nyújtani a civil robbantástechnika, pirotechnika, magas nitrogéntartalmú műtrágyák robbanásállósági vizsgálata, valamint a veszélyesárúszállításához (ADR) kapcsolódó vizsgálatok és termékek területén is. Cikkem fő profilja a robbantástechnika, de az ADR és pirotechnikai vizsgálatok megkerülhetetlenek a cég tevékenységei között.

Mindezekről röviden írok, hiszen összesen több száz szabványról és vizsgálatról beszélünk, ezért azok ismertetése lehetetlen feladat lenne. Érdekességgé azonban 2 termékről és a vizsgálatról bővebben teszek említést annak sajátossága miatt.

1.1. Pirotechnika

Termék kategóriák szerint a következő kategóriák és terméktípusok vizsgálatában van gyakorlata a cégnek:

- *EN15947* és *EN16261* szabvány szerinti F1-F4 kategória (ez a köznyelvben szórakoztató pirotechnika tárgykör. Szilveszterkor és Nemzeti ünnepeken látható tűzijátékok köre.
- *EN16263* P1-P2 kategória, azaz a műszaki pirotechnika. Ide tartoznak a különböző pirotechnikus kapcsolók, jelzőpatronok, gázfejlesztő töltetek stb.
- *EN16264* P1 ez tulajdonképpen csak és kizárólag a rögzítő patronok vizsgálatáról szól.
- *EN16256* T1-T2 kategória. Színházi-filmes pirotechnika
- *EN16265* gyújtóeszköz kategória, azaz elektromos, és mechanikus izzógyújtók.
- *ISO14451* Gépjármű pirotechnikára vonatkozó szabványsorozat
- *ISO 15779* Tűzoltóberendezésekre vonatkozó szabványok. Pirotechnikai füstgenerálás elvén működő tűzgátló rendszerek vizsgálatai.

1.2. Veszélyes áruk szállításához kapcsolódó vizsgálatok

Ezek a vizsgálatok a Vizsgálatok és kritériumok kézikönyve [4] szerinti vizsgálatok. Ezek közül a tesztek közül több olyan vizsgálat is van, amelyet a CerTrust Kft. végzett először hazánkban. A következő táblázatban összefoglalva látható, hogy mely vizsgálatok azok, amelyeket el tudjuk

végezni. Az látható, hogy a 4, 7 és a 8 sorozat vizsgálatait teljesen vagy részben hiányoznak. Ezek annak tudhatóak be, hogy ezek olyan sajátosságos eszközöket igényelnek, amelyeknek a szimpla beszerzéséhez sincs megfelelő magyar jogszabályi háttér nem pedig hely és terület. Igaz ezek a vizsgálatok közel sem nevezhetőek nemzetközi szinten is rendszeres vizsgálatoknak. Emellett előfordul még oxidáló anyagokhoz köthető vizsgálat is a tevékenységeinkhez köthetően.

A legtöbbet végzett vizsgálatunk ezek közül a 6.os testsorozat c teszthez melyel leginkább gépjármű légzsákhöz, műszaki pirotechnikai termékhez köthetően találkoztunk.

Teszt sorozat	Cél	Teszt típus	Azonosító kód	Teszt megnevezése
1	Annak meghatározására, hogy az anyag rendelkezik-e robbanó tulajdonságokkal	(a)	1 (a)	UN részpróba
		(b)	1 (b)	Koenen próba
		(c)	1 (c) (i)	Idő/nyomás próba
2	Annak meghatározására, hogy az anyag nem túl érzékeny-e az 1 osztályba történő felvételhez	(a)	2 (a)	UN részpróba
		(b)	2 (b)	Koenen próba
		(c)	2 (c) (i)	Idő/nyomás próba
3	Annak meghatározására, hogy az anyag termikusan stabil-e és nem túl veszélyes-e a szállításra a vizsgált formában	(a)	3 (a) (ii)	BAM Ejtőkalapács
		(b)	3 (b) (i)	BAM Dörzs próba
		(c)	3 (c)	Termikusstabilitás próba 75 °C-on
		(d)	3 (d)	Kisléptékű égési próba
5	Annak meghatározására, hogy az anyag besorolható-e az 1.5 alosztályba.	(a)	5 (a)	Gyutacs érzékenység próba
		(b)	5 (b) (i)	Francia DDT próba
		(b)	5 (b) (ii)	Amerikai DDT próba
		(b)	5 (b) (iii)	Deflagrációból detonációba teszt
		(c)	5 (c)	Külső tűzpróba az 1.5 alosztályhoz
6	Valamely tárgy vagy anyag 1.1, 1.2, 1.3, vagy 1.4 alosztályba történő besorolására vagy kizárására az 1 osztályból	(a)	6 (a)	Egyedi csomagolás vizsgálat
		(b)	6 (b)	Halmazolási próba
		(c)	6 (c)	Külső tűz (máglya) próba
		(d)	6 (d)	Nem lefojtott küldemény darabpróba
8	Annak meghatározására, hogy egy ammónium-nitrát emulzió, szuszpenzió vagy gél köztes ANE anyag robbanószer előállítására elegendően érzékeny-e az 5.1 alosztályba soroláshoz	(a)	8 (a)	Termikus stabilitási próba ANE*/ anyagokhoz
		(b)	8 (b)	ANE rész próba
		(c)	8 (c)	Koenen próba

1. ábra Certrust Kft kompetenciájába tartozó UN vizsgálatok

1.3. Robbanóanyagok vizsgálatához kapcsolódó vizsgálatok

Szerencsésnek könyvelhetjük el magunkat, mivel olyan megkeresések érkeztek be, amivel a világon egyedülálló módon csak mi foglalkoztunk eddig. De előtte lássuk a szabványi kompetenciánk listáját:

- *EN 13630* Robbanózsínórok vizsgálatának szabványai. Ez csak kizárólag a civil területen forgalmazott és használt robbanózsínórok szabványai.
- *EN 13631* Robbanóanyagok vizsgálatának szabványai. Töltényezett, ömlesztett robbanóanyagok vizsgálatai. Sok más szabvány visszahivatkozik bizonyos vizsgálataira, mint például a hőállóság, ütészérzékenység és dörzsérzékenység vizsgálata.
- *EN 13763* Gyutacsok vizsgálatának szabványai. Ebbe beletartoznak az elektromos, nonel és elektronikus és alapgyutacsok is.
- *EN 13938* Fekete lőpor, füstnélküli lőporok, rakétahajtóművek vizsgálatai

1.4. Magas nitrogéntartalmú műtrágyák robbanásállósági vizsgálata

Megfelelőség értékelő szervezet státuszunk nem csupán a fentnevezett vizsgálatra terjed ki, hanem a teljes 1009/2019 EU rendeletre, azonban robbantástechnikai szempontból ez bír egyedül jelentőséggel a cikk témaköréhez kapcsolódóan. A vizsgálat az ammónium-nitrát (AN) azon sajátosságán alapul, hogy bizonyos hőmérsékleti határértékeket átlépve az AN porozitása és sűrűsége megváltozik és ezáltal érzékenyebbé válik.

Ennek az érzékenységnek a mérésére a speciális hőkezelési cikluson átesett műtrágyát, egy acélcsőbe töltjük, és azon 500g plastikus robbanóanyaggal „provokációs robbantást” hajtunk végre. A robbanás tovaterjedését, és annak brizanciáját 6db 50mm*100mm méretű ólomtömbön ellenőrizzük.



1.kép: AN tartalmú műtrágya robbantásra előkészítve, és az ólomtömbök a robbanás után.

Az acélcső roncsolódása miatt jelentős repeszhatással kell számolni. Ez a hatás már-már megegyezik egy kisebb katonai eredetű robbanótestével, melyeket a tűzszerészek hatástalanítanak hazánkban. [5][6][7][8][9] Ezek kiküszöbölésére háromszorosan túlbiztosított rendszert használunk.

A robbantás egy 35mm falvastagságú 700mm belső átmérőjű és 1200mm hosszú acélcsőben történik, amely a primer repeszek jelentős részét megállítja. A cső és tartószerkezetének súlya:1,5t.

Másodlagos védelmi sort, egy általunk csak asztalnak hívott acél szerkezet biztosítja. Ez egy 3000mm*3000mm méretű, 30mm vastagságú acéllap, amely 6db 250mm külső átmérőjű és 20mm falvastagságú 2000mm hosszú lábon áll. A lábak összesen 1500kg betonnal vannak feltöltve. Az asztal súlya hozzátevélegesen 6t.

A harmadik és egyben legnagyobb méretű védművünk egy zárt betonbunker, amely összesen 80m³ műanyagszállal és 60kg/m³ mennyiségű acélhajjal erősített betonból készült. Összsúlya meghaladja a 160tonnát. Falvastagsága 800mm, a földém 160mm vastag és 200mm vastag betonlemez alkotja az aljzatát.



2.kép: A robbantó bunker belseje az acél védművekkel.

A fent leírtakból tisztán látszik, hogy az infrastruktúra és a technikai háttér biztosítása roppant költséges és ezekre megtérülési időt számolni nagyon nehezen megvalósítható. Ezek költségét a vevőre nem lehet áthárítani, és az egyedüli megoldás, hogy hosszú távra és stabil megbízható kliensekre alapozzunk a munkánkat.

2. Egyedi speciális vizsgálatok

Munkánk során előfordul, hogy olyan megkeresés érkezik, amely a szabványos vizsgálatok határán helyezkedik el vagy éppen nem is rendelkezik szabványos vizsgálati háttérrel. Ezekben az esetekben egy elég hosszú konzultációs munka és tervezés előzi meg a valóságos vizsgálatokat. Kifejezetten fontos, hogy a megrendelő minden részletet tudjon, hiszen az ő termékének piaci szereplése és nem utolsósorban a biztonságos használatának kérdése függ a munkánktól. Két egyedi munkáról szeretnék kicsit bővebben írni. A termékek összetételéről,

[10] illetve a megrendelő mibenlétééről a jogszabályi keretek nem engednek nyilatkozni azonban így is akad bőven érdekes és szakmai részlet.

2.1. Hőálló robbanóanyag vizsgálata

Civil robbantástechnikában hőálló robbanóanyagokról, vagy egyáltalán magas hőmérsékleten történő robbantásokról kettő esetben beszélünk. Az egyik a szénhidrogén kutatáshoz-feltáráshoz köthető nagymélységű robbantások, a másik a kohászati robbantások. Mind a kettő speciális terület, ahol nincs két ugyan olyan robbantás. Ez esetben egy harmadik közel sem szokványos robbantásokhoz kellett kezelésbiztos robbanóanyagot fejleszteni egy cégnek, és a CerTrust Kft-nek pedig azt megvizsgálni. A cég a Csendes-óceáni tűzgyűrűben lévő külszíni nemesfém bányához tervezett egy robbanóanyagot. A helyszín sajátossága, hogy sokesetben a fűrólyukakból gejzír vagy 150-200°C fokos gőz tör fel. Illetve helyenként a közet alaphőmérséklete is közel 100°C fokos.

A vevő különleges kérése volt, hogy a robbanóanyagot 4 órán keresztül tartsuk 200°C-on és ezen a hőmérsékleten mérjük meg a detonációsebességét. A probléma nem volt kis mértékű, és épp emiatt a következő kritikus kérdések merültek fel:

- Mibe rakjuk a robbanóanyagot, hogy az reprezentálja a fűrólyukat?
- Mivel melegítsük, és tartsuk 200°C-on, amit újra tudunk használni és megfelelő a feladatra, és ki tudja ezt legyártani?
- Milyen módon indítsuk a robbanóanyagot?
- Hogy mérjük a detonációsebességet?
- Ki fog odamenni mindezt végrehajtani?

A fenti kérdések kidolgozása önmagában egy előadásanyag lenne, de a következő válaszokat terveztem meg:

1. Acélcső 82,5mm külső átmérővel és 4mm falvastagsággal.
2. Egy magyar gyártó vállalta egy kerámia cső-fűtőpalást gyártását, amely ráhúzható a csőre és a szabályozása biztosítja, hogy a robbanóanyag melegítése egyenletes és megbízható legyen. 3. kép.
3. 25g tiszta oktogén por acél kapszulában, oktogénes robbanózsínórral hosszabbítva a gyutacsig. Az oktogén elpuffanásponjtja előzetesen meg lett határozva, mint biztonsági faktor, hogy ne történjen baleset a nagy hőmérsékletű anyagba történő behelyezésekor. 5.kép. A vizsgálatot DSC-vel hajtották végre és az 296°C volt.

4. Tisztán fém elemeket tartalmazó, az acélcsőbe betekerhető ionizációs elven működő detonációsebesség mérő. Ahol a vezetékpart a csavarban hőálló kerámia ragasztó rögzíti.

6. kép.

5. Az csinálja, aki kitalálta. Természetesen 2 segítőkész és bátor kollégám is segített.

A vizsgálat közben készült képek:



3.kép: A robbanóanyaggal töltött acélcső, fűtőpalásttal, hőmérséklet adatrögzítővel



4.kép: 200°C-on a robbanóanyag. Középen a booster helyének a kivehető sablonja.

4 darab robbantást végeztünk. Az első esetében kis átmérőben [38mm] boosterrel indítva mértünk detonációsebességet. Ez 2525m/s volt. Majd a nagyméretű acélcsőben booster indítóképességét ellenőriztük, és végül 2 melegített mérés volt: 4065 és 3937m/s.

A vizsgálat során semmilyen havaria, vagy bárminemű probléma nem történt. Jelenlegi tudomásom szerint ilyen vizsgálaton nem végeztek még civil területen.



5.kép: 25g Oktogén booster gyutacs nélkül.



6.kép: A robbantás előtti percekben, a mérőszondák behelyezve.

2.2. Hidrogén-peroxid bázisú emulziós robbanóanyag vizsgálata

Ez a vizsgálati sorozat, amit elkezdtünk a HPE102 robbanóanyagoknál az komoly dilemma volt és még inkább problémás volt a terület teljes ismeretlensége miatt. A gyártó és feltaláló szerint az alapötletet a következő pontok jelentették:

- Az ammónium-nitrát környezetszennyező a felszínalatti vizek és ivóvízbázis tekintetében.
- Egyre drágább az AN.
- Olyan alapanyag kell, ami hasonló módon olcsó.
- Jó gázegyenlege.

¹⁰² HPE: Hidrogén-Peroxid Emulzió.

Azonban a H_2O_2 reakciókészsége teljesen más problémákat eredményez, emellett 40°C felett bomlik, és több fémsó katalizálja a bomlását. Mindezek alapján ez egy olyan különleges eset lett, hogy feltehetően az ADR-be és a VKK¹⁰³-ba is be fog kerülni a következő dekádban.

Ehhez egy teljesen új vizsgálati eljárást kellett kifejleszteni, hogy azon lépésről lépésre végig menve megismerjük az anyag tulajdonságait.

Ebben a következő vizsgálati koncepció szerint jártunk el:

- Hőállóság vizsgálat 30°C - 40°C - 50°C -on nyitott edényben, csak hőmérséklet és tömegveszteség mérés.
- Hőállóság vizsgálat 30°C - 40°C - 50°C -on zárt edényben, hőmérsékletváltozás, nyomásváltozás mérés, és tömegveszteség mérés.
- Hőállóság és autó katalitikus bomlás mérése Dewar-edényben.
- UN Koenen-teszt, zárt fémedényben melegítés.
- UN rés-teszt RDX boosterrel indítva.

A vizsgálatok nettó ideje ebben az esetben több mint 20 nap. Ha ehhez még hozzá számoljuk, hogy az előkészítéssel esetleges sikertelen teszttel mennyi idő megy el akkor közel 1 hónap csak a vizsgálatok. Ez után az adatok elemzése kommunikáció a megrendelővel nagyon sok időt vesz el. Ennél a projectnél 3 hónap volt a teljes vizsgálati ciklus.

Végeredményként a terméket tanúsítottuk, és jelenleg Skandináviában föld alatti bányákban használják, ahol nem fordul elő magasabb tárolási hőmérséklet. Az első év alatt nagy sikert ért el és a világon mindenhol árgus szemmel figyelik, hogy milyen irányba fejlődik a robbanóanyag. De jelenleg a füstre várási idő lecsökkenésével és kedvező gázegyenlegével nagyon komoly vetélytársa az ANE¹⁰⁴ típusú robbanóanyagoknak.

Tulajdonságait tekintve: már érzékenyített állapotban $0,95\text{-}1\text{g/cm}^3$ sűrűsége van, és 74mm átmérőjű 18mm falvastagságú PVC csőben 3663m/s átlagsebességgel robbant 100g booster hatására.

A világon először a Certrust Kft. tanúsította ezt a termékcsaládot, a vizsgálati sort a cég kollégái dolgozták ki.

Összefoglalás, a cégünk sajátos helyzete

A fenti 2 példából is látszik, hogy a jelenlegi helyzet világszinten is nagy változásokon megy keresztül. Egyre újabb robbanóanyagok és igények jelennek meg, amelyet nemzetközi szinten is nehéz követni, nemhogy a magyar 30-40éves szakmai lemaradást pótolni. Hiányzik a magyar

¹⁰³ Vizsgálatok és Kritériumok Kézikönyve, angolul: Manual of test and criteria.

¹⁰⁴ ANE: Ammónium-Nitrát Emulzió.

szakmából 3 generáció, ehelyett a régi sérelmek emlegetése és az emlékek ismétlése maradt meg. 2018-ban a pardubicei robbanóanyag konferencián azzal kezdtem az előadásom, hogy hazánk legnagyobb technikai fejlesztése az, hogy 40 éve nem volt fejlesztés. Akkor tudatosult számomra, hogy itt már nincs hazai szinten ebből kiút. Sérült politika, rossz döntések és a hazai iparosok harca elpusztította az írmagját is az egykoron világhíres robbanóanyagiparunk magjának. Románia, Szerbia, Horvátország, Szlovákia csillagászati egységekkel előzött meg minket. Jelen helyzetünk és szakmai átlagos szintünket és a szakmában dolgozók mennyiségét nemzetközi szinten sem tudom pozícionálni mert olyan elkeserítő. Tudom ezek komoly, kritikus szavak, de rálátásom 10 év után ehhez pont elég.

Örömteli pontként könyvelhető el viszont, hogy ilyen deficitese háttérrel egy kis vállalat nemzetközi élmezőnyhöz tartozik. A két vezető mérnök a pirotechnikai és robbantástechnikai kijelölt szervezetek fórumának az elnökei. Felelősségteljes munka és a két kolléga az eddigi legfiatalabb ebben a pozícióban, úgy, hogy tudományos fokozattal sem rendelkeznek. Mindenképpen említésre méltó, hogy a cég fejlődik, és egy szűk szegmensben visszaállították országunk egykoron sokat méltatott szakmai elismertségét.

A hazai szakmai oktatás tekintetében is vannak előre lépéseink, hiszen 2019. novemberében létrejött egy Együttműködési megállapodás az Óbudai Egyetem és a CerTrust Kft. között. Ez a megállapodás szabályozza a felsőfokú utánpótlás biztosítása érdekében a műszaki képzési területek fejlesztését és támogatását. [11]

A megállapodás tárgya:

- Az együttműködés alapvető célja, hogy a felek elméleti és gyakorlati tudásbázisukat, kapcsolatrendszerüket közös szakmai céljaik érdekében együttesen mozgósítsák és ezen keresztül a kiemelt képzési és vizsgálati területeken az Egyetem és a CerTrust Kft. üzleti tapasztalatainak ötvözésével emeljék a magyarországi oktatás és kutatás színvonalát.
- A célokat közös oktatási programok szervezésével, szakmai gyakorlóhelyek biztosítására irányuló együttműködési keretek kialakításával, toborzással, kiemelkedő tehetségek egyéni gondozásával kívánják megvalósítani.

Bízom benne, hogy a CerTrust Kft. fejlődése a továbbiakban is töretlen lesz és a hazai robbantástechnikai életben is elindulhat egy felzárkózási folyamat, aminek első lépéseit mi már megtettük!

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Forrás: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/index.cfm?fuseaction=notification.html&ntf_id=294868&version_no=7;
Letöltés: 2022.06.25.

- [2] DR. DARUKA Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei; Műszaki Katonai Közlöny XXVI. évfolyam, 2016. 1. szám pp.: 26-44. ISSN 2063-4986.
- [3] Forrás: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/index.cfm?fuseaction=country.nb&refe_cd=NANDO_INPUT_245308&body_type=NB; Letöltés: 2022.06.25.
- [4] Forrás: <https://unece.org/transport/dangerous-goods/rev7-files>; Letöltés: 2022.06.25.
- [5] EMBER István: The role and the risks of explosive ordnance decontamination in Hungary. Science & Military (Veda a Vojenstvo) 16. (2021), 1. 32-42.
- [6] EMBER István: A lőszermentesítés szerepe az építőiparban. Építőanyag 72. (2020), 2. 59-63.
- [7] EMBER István: A robbanótestek, mint a talajban fekvő potenciális veszélyforrások. Geotechnika 2020 Konferencia, Konferencia Iroda Bt. Budapest, 2020., 25-32.
- [8] DARUKA Norbert: A robbanóeszközök megsemmisítésének lehetőségei a tűzszerész feladatok tekintetében, VIth International Symposium on Defence Technology 6-7 May 2010 Budapest, ISSN 1416-1443.
- [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] Norbert DARUKA: Advanced Tools for the Explosive Materials Identification. In: Kovács, T.A., Nyikes, Z., Fürstner, I. (eds) Security-Related Advanced Technologies in Critical Infrastructure Protection. 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.
- [11] Norbert DARUKA: Critical Infrastructure Protection in the Production and Use of Explosives Industry Products. In: Kovács, T.A., Nyikes, Z., Fürstner, I. (eds) Security-Related Advanced Technologies in Critical Infrastructure Protection. 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.

SNIPPETS FROM THE HISTORY OF ICE BLASTING FROM 1789 TO 1985

SZEMELVÉNYEK A JÉGROBBANTÁS TÖRTÉNETÉBŐL 1789-TŐL 1985-IG

TÓTH Ferenc¹⁰⁵

Abstract

The recent ice phenomena in our rivers have shown that, despite the irregular recurrence of ice phenomena, the threat of ice flooding has not disappeared due to Hungary's climatic conditions. There is no possibility to control the weather, so there may be a period at any time when the conditions of ice formation and run-off on rivers already imply the risk of ice flooding. There is a wide range of methods of protection against ice flooding, of which ice blasting, which dates back nearly two and a half centuries, is stuck at the level of the most controversial protection technology. The formation of different opinions has been significantly influenced by the lack of literature and information on real ice blasting. A chronological description of ice blasting and the development of ice blasting equipment to date, with a few selected events, can greatly help to form opinions or reconsider misconceptions about ice blasting.

Keywords: ice floods, ice flood protection, ice blasting.

Összegzés

Folyóink jégjelenségei az utóbbi időkben rámutattak arra, hogy Magyarország éghajlati adottságainak okozataként a jégjelenségek rendszertelen ismétlődései ellenére a jeges árvíz veszélye nem múlt el. Nincs lehetőség az időjárás szabályozására, így bármikor lehet olyan időszak, amikor a folyóvizeken a jégképződés és levonulás körülményei már magukban hordozzák a jeges árvíz veszélyét. A jeges árvizek elleni védekezési eljárásoknak igen nagy a tárháza, melyek közül a közel két és félszázadra visszatekintő jégrobbantás megragadt a legellentmondásosabb védekezési technológia színvonalán. A különböző vélemények kialakítását jelentősen befolyásolta a valós jégrobbantásokról szóló írások, tájékoztatások hiánya. A jégrobbantások kronológiai ismertetése és a napjainkig létező jégrobbantási szakfelszerelések kialakítása egy-két kiragadott esemény ismertetésével nagyban segítheti a jégrobbantásról szóló vélemények kialakítását vagy helytelen elképzelések újragondolását.

Kulcsszavak: Jeges árvizek, jeges árvizek elleni védekezés, jégrobbantás.

BEVEZETÉS

Sok ember azt hiszi, hogy a robbantószerek csak a rombolás, pusztítás eszközei és akik a robbanó anyagokat feltalálták, találmányaikkal igen rossz szolgálatot tettek az emberiségnek. Ez azonban tévedés, mert a robbantóanyag nemcsak rombol és pusztít, hanem eszköze a békének s a jólétnek, a haladásnak éppen úgy, mint a háborúnak. Hegyek átfúrását, alagutak építését a robbantószerek teszik lehetővé. A bányászok és épületbontók munkáját a robbantószerek alkalmazása könnyíti és gyorsítja meg sikerüket.

A Föld lakossága már a kezdetektől ki volt téve a természeti erők veszélyeinek. Ezért természetes hogy a robbanó anyagok megjelentek kárelhárítás területén is.

Folyóink jégjelenségei az utóbbi időkben rámutattak arra, hogy Magyarország éghajlati adottságainak okozataként a jégjelenségek rendszertelen ismétlődései ellenére a jeges árvíz veszélye nem múlt el.

¹⁰⁵ Országos Vízügyi Főigazgatóság, nyugdíjas főtanácsos (speciális feladatok).

A földkerekségen – Afrika, Ausztrália és Dél-Amerika területét kivéve – a jégrobbantás fejlődése, mint a jeges árvizek elleni védekezés egyik megoldása nyomon követhető.

Hazánkban a jégrobbantással foglalkozó szakirodalom sokáig szegényes volt. Bár Schaffer Antal 1903-ban írt könyvében már részletesen foglalkozott a kérdéssel [1. pp. 294-309], majd négy évvel később egy részletes folyóirat cikke is megjelent a témában [2], az I. világháborút követően sokáig nem találkozunk a polgári életben jégrobbantással foglalkozó szakcikkkel. Az 1928-ban megjelent *Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára szabályzat*, robbantással foglalkozó kötete ugyanakkor széleskörűen foglalkozik ezzel a szakfeladattal is. [3. pp. 269-280. Ezért aztán nehezen érthető egy, az 1940-es tavaszi árvizek tapasztalatait összegző cikk azon megállapítása, hogy „Célszerű volna az e téren szerzett tapasztalatokat összegyűjteni és közkinccsé tenni. E célból pályadíj volna kitűzendő a legjobban bevált kijegelés és robbantások módszerének leírására, különös tekintettel a műtárgyak épségének megóvására, továbbá arra a körülményre, hogy a helytelen és gyakori jegelés sok esetben a műtárgy körül csak megvastagítja a jeget.” [4. pp. 160-161.] 1945 után, még mindig adós maradt a robbantó szakma, a jégrobbantással kapcsolatos elvekről, módszerekről, alkalmazandó robbantóanyagokról és egyéb eszközökről szóló szakkönyv (-ek) megjelentetésével. Végül az 1970-es években jelentetett meg két jégvédekezéssel kapcsolatos szakkönyvet az *Országos Vízügyi Hivatal*, továbbá egyet a *Vízügyi Dokumentációs és Tájékoztató Iroda*. Ezekben megjelentek a vízügynél korábban is alkalmazott, továbbá az új fejlesztésű jéglyukasztó perforátorok és jégrobbantó töltetek. [5] [6] [7]. Az ezután létrejövő Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Központi Szervezet (ÁBKSZ) robbantásvezetője, Rozsnyói Péter bővítette a jégrobbantással kapcsolatos szakmai ismereteket 1981-ben egy önálló kötettel [8], majd Ugyancsak ő volt a szerzője az 1989-ben kiadott *Robbantómesterek kézikönyve II. Jégrobbantás* című fejezetének. [9]

A jégrobbantási feladatokat végrehajtó és koordináló vízügyi ÁBKSZ KHT aztán 2008 végén, alig 12 évvel az 1996. november 1-jei megalakulását követően megszűnt. A szervezet utolsó, többek között a jégrobbantási munkák szervezéséért és irányításáért felelős vezetőjeként a továbbiakban csak arra nyílt lehetőségem, hogy a hosszú évek során összegyűjtött elméleti és gyakorlati tapasztalatokat, legalább szakmai konferenciákon, és egyéb publikációkban próbáljam átadni a jövő robbantástechnikával foglalkozó szakembereinek. [10][11][12][13]. Örömmel tapasztaltam, hogy a témával kapcsolatban egy jégrobbantással foglalkozó fejezet is található egy új szakkönyvben [17. pp. 250-271], és katonaszerzők is publikáltak tanulmányokat ebben a témában. [14][15][16][18]

Nyugdíjba vonulásomat követően jutott végre időm arra, hogy a jégrobbantással kapcsolatban összegyűlt hatalmas mennyiségű szakirodalmat átnézzem, rendszerezem, és az

abban foglaltakat megírom egy összefoglaló műben, A jégrobbantás történet címmel. A több mint 250 oldalas anyag megjelentetésére sokáig nem találtam segítő partnert. Aztán az Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki kar dékánja felajánlotta a segítségét, a könyv megjelentetéséhez. Jelenleg a végleges szerkesztés stádiumában van a mű, remélem, hogy a jövő évben már elolvashatják a téma iránt érdeklődők.

Ebben a tanulmányban „szemelvényeket” emeltem ki a könyvből, a jégrobbantás kezdeti időszakától az 1980-as évek közepéig terjedő időszokról szóló fejezetekből.

1. A JÉGROBBANTÁS KEZDETI IDŐSZAKA

A jég robbantással történő megbontásáról szóló első kísérletek az 1758. évre nyúlnak vissza. Ekkor Németországban, a jég alá helyezett robbanó anyagokkal próbálták meg a jeget feltörni. Pontosabb helyszínről vagy a robbantás sikerességéről nincs adata.

Amennyire meg lehet állapítani, ebben az időben, Hollandiában is felvetődött a jég robbantásának gondolata. 1771-ben a tüzérség egyik alhadnagya javasolta a robbantási módszer bevezetését a folyókon keletkezett jég eltávolítására. A Holland államnak azt javasolta, hogy a folyókban kialakult jég akadályokat aknákkal kellene eltávolítani. Úgy tűnik azonban, hogy ilyen jellegű intézkedések végül is nem születtek meg, mert németalföldön a legkorábbi ismert jégrobbantási kísérletet csak majdnem egy emberöltővel később hajtották végre.

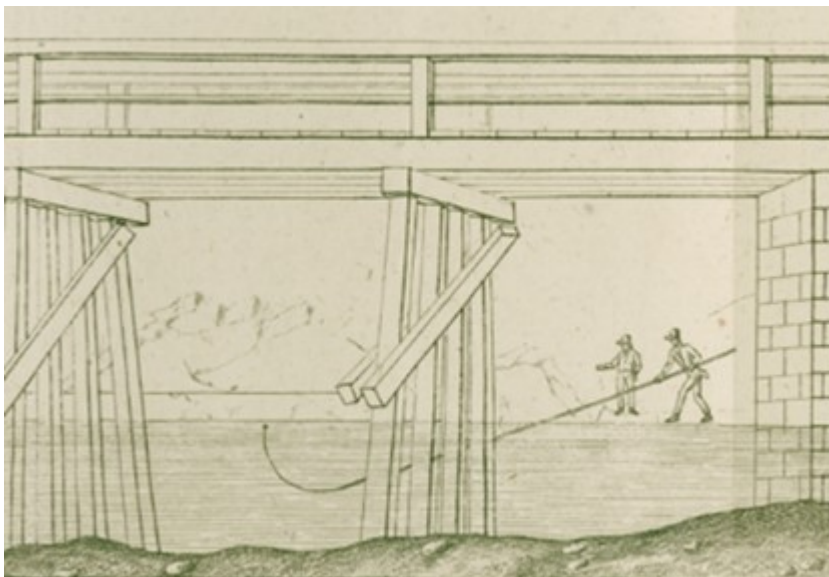
„Mülhausenben a 1788-89. évi tél 17 R- fokos (-8.33 Co) hideg volt. A folyókat, tavakat vastag jégtakaró borította. A városban az összes hidat és vízimalmot a pusztulás fenyegette, amely akkor következhetett volna be, ha a jég megindul a folyón. Glück úrnak abban a megalapozott meggyőződésben, hogy az addig alkalmazott eszközök nem képesek a folyó jegét eltakarítani, azon a szerencsés gondolat jutott eszébe, hogy a tűzoltók úgynevezett marrons (korsóit?), jég alá helyezze, és ezek segítségével felrobbantja a jégtakarót. Kísérleteket végzett, amely akkoriban igen ígéretesnek tűnt. A kísérlet eredményét elmondta az előljáróknak is, de nem hittek neki.”¹⁰⁶

1789. január 17-én a jég kezdett veszélyt jelentve sodródni. Mülhausennél a hidat hatalmas, két és fél méteres jégtömbök döngették, és a híd alatt felhalmozódott jég megsemmisítéssel fenyegette azt. Minden korábbi eszköz hiábavaló volt. Végül jött Glück úr és az összetorlódott jégrög alatt „tüzet” gyújtott, és a jég tömörülés megszámlálhatatlan apró darabokra hullott szét, amelyek csendesen elhaladtak a híd alatt. Általános taps volt az első köszönet, és maga a bíró is készségesen kezet nyújtott neki.

¹⁰⁶ Engelmann: Glück, über das Sprengen des Eises. Digitalisierung der Polytechnischen Journals 1829, Band 33, Nr. LXXXVIII. (S. 378–381) <http://cu-peitho.culture.hu-berlin.de/article/pj033/ar033088>.

Az iszonyatosnak vélt jégzajlás – a beavatkozás segítségével – károkozás nélkül vonult le, és a parányi Mülhausen köztársaság nagy tanácsa elismerte Glück úr eredményét és nyilvánosan köszönetét fejezte ki. Az ezt követő 40 évben, Mr. Glück módszerét a legnagyobb sikerrel használták Mülhausenben a jég elleni védekezések során.

„Jó két évtized elteltével, 1823-ban a belügyminiszternek kísérlettel kellett igazolni eljárás hasznosságát. A Bizottság azonban nem a nagy jégtáblákkal borított folyóvízben, hanem egy jégpályán végzett kísérleteket, amelynél a jég a földön feküdt fel, és ez a jég egészen a parttól partig terjedt ki. Jelentésük ezért szerfelett hibás volt, és a Belügyi Bizottság kétségbe vonta, hogy ez az eljárás előnyösen alkalmazható nagy, széles folyókon is. Ezt követően Glück úr csak 1200 frank végkielégítést kapott, a Société d'Encouragement pedig egyelőre egy ezüstérmét küldött neki. Míg a bizottság hibás kísérletei csak kétségeket ébresztenek a minisztériumban, Glück úrnak megvolt az öröme, hogy a jégrobbantás módszerével új szolgáltatásokat nyújtott Mülhausen városának.”¹⁰⁷



1. ábra: Jég robbantása - meggörbített vascsővel- a jég alá helyezett lőporral, Glück úr módszerével.

Talán az tájékoztatások hiánya vagy nehézkes terjedése miatt a kezdeti jégrobbantások után az eredmények és kudarcok megismétlődtek. Oroszország Magyarországra területéről is érkeztek jégrobbantásról szóló hírek. 1845-ben Hollandiában már részletesebben ismertették a védekezés szolgálatába állított jégrobbantást. Ekkor fahordókat puskaporral töltötték meg, és elég messzire engedték őket lefelé a zajló jégbe oly módon, hogy a hordók fedele közvetlenül a jég felszíne felett maradjon.

¹⁰⁷ Ugyanott.

Waal folyón 1871-ben és ugyanazon a környéken, 1875-1876 telén ismét jeget robbantottak. A szélsőséges időjárás hazánkra is kiterjedt a folyók veszélyes módon befagytak. A Dunán végrehajtott robbantások eredményeiről Dolecskó Mihály mérnök február 20-án beszámolót készített. „Leírása az 1876. évi február hóban a Dunán Fajsznál a Várszegi átmetszésben a jégen tett dinamit kísérleteknek” címmel.¹⁰⁸ A „Jégnek dinamittal történő robbantásáról” beszámolt a Magyar Mérnök és Építészegylet közlönye is 1876-ban. Összességében mind a két jelentés a jégrobbantás eredménytelenségéről számolt be. „Mindazonáltal hatása jégre úgyszólván semmi se volt.”



2. ábra: A robbantás helyszínrajza a Várszegi átmetszésnél.

A tapasztalatok kiértékelésének elmaradt. A sikertelenség nemcsak a szakembereknek bizalmát ingatta meg, hanem az országgyűlés képviselői is egyetemlegesen kérték, az árvízvédelem kudarcáért felelősök megnevezését.

Az 1876. évi jégrobbantást követően 1879-ben, újra a jégrobbantásról, mint a védekezés egyik lehetséges módszeréről döntöttek. A Maros és Szamos garázdálkodásáról a Nemere¹⁰⁹ nagyenyedi tudósítója számolt be. A Kolozsvár környéki elmaradt jégrobbantások története azonban más forrásokban kissé átformálódva jelentek meg. Mikszáth Kálmán az 1878. évi tiszai árvíz élményét dolgozta fel Szeged pusztulása (1879) c. írásában. Művében megemlíti az árvízi mentők között Zubovits Fedort is.¹¹⁰

Szegeden Zubovits Fedor, mint egy árvízi mentő szerepében tűnt fel. „Mentőexpedíciójának előzménye lehetett, hogy őt kérték fel a Tisza jégének robbantására. Mivel megghiúsult a

¹⁰⁸ OL-K173-1876-14-1361; Idézi Dr. Nagy László - Az 1876. évi árvizek, Fejezetek a vízügy múltjából c. sorozat 11. kötete. A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium kiadványa, 2007.

¹⁰⁹ Nemere politikai, társadalmi és szépirodalmi és közigazgatási lap. Seps-Szentgyörgy: 1879. vasárnap. december 21. IX évfolyam.

¹¹⁰ Mikszáth 1879. <http://mek.niif.hu/00900/00900/html/20.htm>.

robbantás, személyes felelősséget is érezhetett, s nem utolsósorban erre is újabb kihívásként, kalandként tekinthetett.”¹¹¹

2. JEGES ÁRVIZEK ELLENI KÜZDELEM ROBBANTÁSSAL A NÉMET-ALFÖLDÖN, LENGYELORSZÁGBAN, AMERIKÁBAN ÉS A DUNÁN

1879. december 10-én rekord, -23,9 Celsius fok hideg volt Párizsban. Ahogy a hideg folytatódott, a jég egyre vastagabb lett. Néhány ponton már 70 centiméternyi jég volt a Loire folyón. Vichyben, az Allier-en, a nagy szekerek úgy hajtottak a folyón, mint a közúton. A jég Mainzban, a Rajnán úgy megerősödött, hogy azon különböző vállalkozások műhelyeket hoztak létre. Azonban a jég nem nyújthatott biztonságos alapot a rajta letelepülőknek. Mi több! A veszélyessé váló jégzajlás megindulás előtt a jeget el kellett távolítani. A hadmérnököket is bevonták ennek a nagyszabású feladatnak a végrehajtására. Ők a puskaport készítették elő robbantásra.



3. ábra: A jég robbantása egy franciaországi folyón.

A robbantás eljárásmódjáról sokkal többet tudhattunk meg egy hazai szakirodalomban megjelent írásból ¹¹² Az ebben foglalt robbantási technológia, mint hathatós védekezési módszer

¹¹¹ Kazareczki Noémi: Zubovits Fedor, mint irodalmi hős – életének és utóéletének irodalmi aspektusai. Dornyay Béla múzeum évkönyve, XL. kötet Irodalomtörténet 2017.

¹¹² Schaffer Antal: Gyakorlati robbantó technika kézikönyve. A szöveg közé nyomtatott 224 ábrával és 5 rajzmelléklettel. Bp., 1903, Pallas kiadó. 341 p.

napjaink könyveiben is ismertetésre került. Azonban nem került elő tájékoztatás arról, hogy a valós élethelyzetben a jégen ilyen patkó alakú robbanó anyag elhelyezést alkalmaztak volna.

Később Lengyelországban, a Visztuláról, majd első ízben, Amerikában a Mississippi folyó jégrobbantásáról is tájékozódhatott az érdeklődő közönség. Egy jégtorlasz (vagy inkább dugó) megjelenését, és annak eltávolítását az 1888-as St. Louis Post-jelentés írta le.¹¹³

A századforduló környékén, a Dunán, Magyarországon a Román Bolgár szakaszon és a Monarchia a mai lengyelországi területen már begyakorlott jégrobbantásokat hajtottak végre. A robbantások sikerét nagyrészt a robbanóanyag gyárak egyre fejlettebb anyagainak piacra kerülése is segítette.



4. ábra: *Dynamit Nobel R.T. pozsonyi gyártelepe.*

1902-1903 telén Ruszcsuk Giurgiu környékén, jégbe fagytak a hajók. A Vízi járműveket az egyre vastagodó jég összetöréssel fenyegette. Ekkor hajókat a dinamittal szabadították ki a jég fogságából, majd a jég megindulása a levonuló jég több hajót összetört. A részletek nem ismertek. Valószínűleg ez lehetett az első jégrobbantással történő hajómentő vállalkozás a Dunán.



5. ábra: *Hajó kiszabadítása a jég robbantásával.*

¹¹³ Stefene Russel; In 1888, the Mississippi River formed ice gorges, captured here in a photograph St. Louis Magazine, 2020 január 13.

3. ÚTMUTATÁSOK ÉS OKTATÁSOK A JÉGROBBANTÁSOK TÉMAKÖRÉBEN

Az 1913-ban kiadott közel 400 oldalas vízügyi szabályzatok és rendelet tára 33 témakört ölel át. Az utolsó szakasz a jégrobbantás általános irányelveit fogalmazta meg. Elsőként meghatározták a döntési hatásköröket.¹¹⁴ Ugyanis a jégrobbantás sajátos tevékenysége miatt nagyfokú bizonytalanság állt fent.

„A folyóvizeken előálló jégtorlódások alkalmával rendszerint az állami vízügyi műszaki hivatalokra illetőleg tagjaira hárul az a feladat, hogy megállapítsák vajjon indokolt-e jégtorlasz eltávolítását mesterséges úton megkísérelni.”

A fegyveres testületeken kívüli emberek a jégrobbantás alkalmazási lehetőségeiről 1941-től 1944-ig az Ipari Robbanóanyag Rt. által fenntartott egy tanerős Peremartoni Társulati Elemi Népiskola tanítójától (később igazgatójától), Vucsák Antal Bélától¹¹⁵ hallhattak előadásokat. A háború utolsó évében az iskola már két tanteremmel és szociális helységgel rendelkezett, a hallgatói létszám 50-60 fő között lehetett.

A jégrobbantás elméletét és gyakorlatát a honvédség és egyéb fegyveres testületek részére 1950-évektől kezdődően iskolaszerűen oktatták. A honvédségi oktatáshoz készült útmutatásokat, segédleteket, tankönyveket dr. Lukács László írásaiban, részleteiben is ismertette.

4. JÉGROBBANTÁSOK AZ I. ÉS A II. VILÁGHÁBORÚ IDŐSZAKÁBAN

A jeges árvízveszélyt, a vízfolyásokba robbantott hídroncsok és a sűrű cölöpökre épülő ideiglenes hidakban elakadó jég jelentősen megnövelte.



6. ábra: Jégelakadás robbanása Galíciában a Wisloka folyón.

¹¹⁴ A M. Kir. Földművelésügyi Minister fennhatósága alatt álló Vízügyi Műszaki Szolgálatra vonatkozó szabályzatok és rendeletek. Budapest Franklin társulat nyomdája 1913. Eredeti kiadás a szerző birtokában

¹¹⁵ Vucsák Antal Béla Alsódörgicsén volt tanító. Kezdetben egyedül majd Bognár Edittel közösen oktatta a robbanóanyag gyártást a peremartoni iskolában. Az oktatás mellett Ő volt a gyári őrség parancsnoka. 1945-ben igyekezett a gyár leszerelését és a tanulók kiszállítását megakadályozni. A gyárat elhagyó utolsó gőzmozdonyon tartózkodott. A nagy sietségben a gyárból kigördülő gőzös egy kötéllel vontatott német autót lelökött a sínről. A szerző 1994-ben találkozott Peremarton lakótelepen lakó akkor már 90. évét taposó tanítóval.

A hidak védelme érdekében a lábazatokon fennakadó jeget kézi szerszámokkal és robbantásokkal igyekeztek eltávolítani.

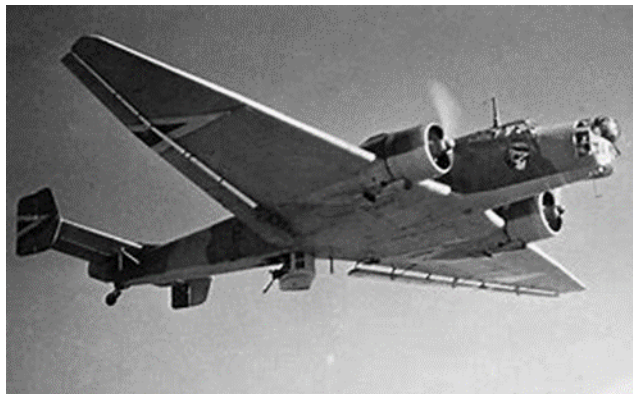
A jégelakadások jellegzetesen a síkvidéki folyóvizeken átfektetett hidaknál alakultak ki. Legtöbbször az galíciai front hídjainak építéseinél alkalmazták a jég robbantását.

4.1. Az első tudósítások a jégtorlasz bombázásáról

1920-ban a Susquehanna folyón a jégakadályok más folyókhoz képest sokkal kedvezőtlenebbek voltak. Az olvadás előtti időben egészen a torkolatig 83 napon keresztül összefagyott a jég borította a víz felszínét, ami március elején hatalmas jégelakadást eredményezett. Olyannyira, hogy több napon keresztül légi bombázásokat kellett elrendelni a 16 láb vastagságúra növekedett jégdugók összetörésére.¹¹⁶

4.2. Jégrobbantás és bombázás világháború időszakában

1940-ben a hideg ellen Magyarországot a Kárpátok sem védték meg. Vastag jégpáncél borította a folyókat. A fiatal magyar légierőnek sem gyakorlata, sem tapasztalata nem volt a jégrobbantás technikájáról. A magyar légierő legkorszerűbb Junkers 86K-2 típusú bombázó repülőgépei összesen 271 db (140db?) 50 kg súlyú bombát dobtak le Ercsőtől északra az ott kialakult jégtorlaszra.¹¹⁷



7.ábra: Junkers JU 86 repülőgép az „Isten nyila” bombázó repülő század állományából

A hét repülőgéppel végrehajtott bevetés teljesítménye ellentmondásosnak tűnik, csak a légierő jelentett visszafogott eredményeket.

A honvédség alakulatai legtöbbször a Tisza vízgyűjtő területén levő, de különböző kisebb vízfolyásokon és a Dunántúlon végezték a robbantási munkáikat. Európa nyugati partvidékén élőket sem kímélte az időjárás. A folyók befagytak. Hollandiában 1940-ben ismét a TNT-t

¹¹⁶ YorksPast (yorkblog.com)/yorkpast/iva-lu-ice/: Aerial bombing breaks Susquehanna ice jams.

¹¹⁷ A magyar Mérnök és Építészegylet 1940. december 17-ei egyetemes szakülésén elhangzott előadás.

alkalmazták robbantásra, részben a jégtörők előtt, a munkájuk megkönnyítésére, részben pedig a jégtörővel megközelíthetetlen helyeken.

A következő évben újra a légierő tevékenykedett a Dunán. A sajtó (MTI napi hírek) ekkor már óvatosabban fogalmazott, „A honvédség utászalakulatai szombaton és vasárnap Dunaegyházán, a Duna jegén próbarobbantásokat végeztek.”

1941-ben Németországban kísérletet tettek arra, hogy tűzérségi tűzzel szétromboljanak néhány jégtorlaszt. A 10,5 cm-es ágyúkkal több lövést adtak le késleltetett gyújtású detonátorokkal. Ezek a lövedékek kialakításuk szerint, a jég alatt robbantak, és a jéggát összeomlását okozták volna. A lövedékek azonban nem tudtak áthatolni a jégben, hanem lepattantak, és ellenőrizhetetlen helyen robbantak. Szerencsére nem történt baleset.

A jég robbantása, mint tervezett árvízvédelmi munka az 1942 évet követő esztendőkből a világ ellenségeskedése miatt háttérbe szorult. Voltak jégrobbantások, de a jég akadályokat akkoriban nem a természet állította elő, hanem az ember. Közúti vasúti hidak szakadtak a vizekbe, amelyeken fennakadt a jég, az uszadék, vagy mindkettő. Ezek, pedig akadályozták a jég levonulását és a hidak gyors felépítését. Így szükség szerint- szintén robbantással – a jéggel együtt a jégzajlás útjába került hídroncokat is elrobbantották a víz felszíne alatt.



8. ábra: Jégbefagyott hídronc és a jég robbantása Ukrajnában

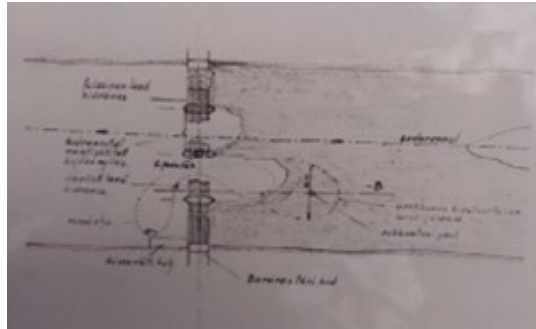
Így történt Magyarországon is. Az újpesti híd környezetében Budapest ostromának utolsó napjaiban, a víz elöntötte Csillaghegy és a Római part alacsonyabban fekvő területeit. Itt csak a jégtorlódás bekövetkezte után hetekkel később, az ideiglenes híd építésének idején robbantották a jeget.



9. ábra: 1945 évi jeges árvíz tábla, Budapest Kossuth Lajos üdülőpart 67.

5. JÉGROBBANTÁS A BÉKE IDŐSZAK KEZDETÉN

1946 februárjában az ideiglenes hidakat elsodorta a jég. A hídroncsokról tovább úszó jégtáblák a volt Horthy Miklós (Boráros téri híd, 1951-től Petőfi híd) hídnak a víz alatt maradt roncsaiban akadtak fenn.



10. ábra: Jég robbantásának vázlata a Boráros téri híd környezetében egy visszaemlékezés szerint. (rajz: Fazekas András)

1956-ban ismét a légierő segítségét vették igénybe. Először a csehszlovák majd a magyar légierő bombázta a jeget. Majd a jég hazánkon történő átvonulása után a jugoszláv légierő is beszállt a védekezési tevékenységbe. Egyidejűleg a tüzérség és robbantó alakulatok is igyekeztek a több száz kilométer hosszú jégtorlódást megbontani. A mesterséges beavatkozás azonban – akár bombázással, akár jégtörőhajókkal, vagy robbantással történjék – csak akkor lehet eredményes, ha a jégtakaró nem túlságosan hosszú. Több száz kilométeres jégtakarót megbontani a napjaink technikai eszközeivel sem lehet. A jégrobbantás általában csak ott kísérelhető meg sikerrel, ahol a jégtakaró alsó végén sík víz áll rendelkezésre.

5.1. MEGJELENT A HELIKOPTER A JÉG ELLENI VÉDEKEZÉSBE.

Lengyelországban nagyon sokat jelentett a hadsereg együttműködése. Ekkor robbanóanyagokat helikopterrel juttatták ki a jégre. A torlasz megmozdulásának pillanatában a jégtörő hajók visszahúzódnak az előre kijelölt helyre, ami néhány kilométerre lejjebb biztonságos.



11. ábra: Robbanóanyagok beszállítása a jégre helikopterrel

Ennek az volt a célja, hogy megakadályozzák a mozgásban levő jég lokális torlódását, amely a hajók jégbe záródását okozhatja

5.2. A JÉGROBBANTÁSI FELADATKÖR EGYSÉGES IRÁNYÍTÁS ALÁ KERÜLT

1963. év végén az ÁKSZ (Árvízvédelmi Készenléti Szolgálat, 1965-től ÁBKSZ; Árvízvédelmi és Belvízvédelmi Szervezet) a VI (1-5) 1963 sz. főosztályvezetői határozattal robbantó csoport létesítésére kapott megbízást. Ennek megszervezése, a szükséges felszerelések beszerzése és jégrobbantásra is képezített robbantómesterek alkalmazása 1964. év végére maradt. A csoport gyakorlatilag 1965. március hónapban lett munkavégzésre alkalmas. A csoport a robbantással összefüggő feladatait lépésről lépésre sajátította el.



12. ábra: Robbantó szakfelszerelések első bemutatása 1968. október 10. Tasson; VIZDOK fényképalbum. Fotó Hámori Szabolcs 1517 sz.

Hazánkban a vízügyi, elsősorban jégrobbantási munkákhoz 1970 előtti időkben nem terveztek gyakorlatban is felhasználható robbanóanyagokat és technológiákat. A szakirodalmi példák és a hazai lehetőségek ismerete alapján a Chinoin Gyógy- és Vegyészeti Termékek Gyára Rt, Nagytétényi Gyáregységének Vegyi és Robbantás technikai Laboratóriuma (Chinoin VRKL) a 200-as (5kg) TNT tartalmú jég perforátorokkal, a működés, indíthatóság és tárolás megállapítása végett 1970-ben vizsgálatokat végzett.¹¹⁸

1973-ban a Mechanikai Művek, (Budapest), Vegyi és Robbanóanyag ipari felügyelet (Budapest), Bányászati Kutató Intézet (Tatabánya), Peremartoni Vegyipari Vállalat (Peremarton) és az OVH-ÁBKSZ Budapest) kifejlesztette jégrobbantó töltetsorozatokat és perforátorokat a jégrobbantási feladatok ellátására.¹¹⁹

¹¹⁸ Kutatási szerződés száma 5163/70.

¹¹⁹ Jégrobbantás fejlesztése; Ágazati célprogram száma. B 203-11.

1974-ben megkezdődtek az üzemi kísérletek a műanyag burkolatú jégrobbantó töltetek gyártására. Az OVH megrendelésére a BKI (Bányaipari Kutató Intézet)¹²⁰ Tatabányai fióktelepe kifejlesztette az MJPT, MJPT-B és MJPT-K típusú Jégrobbantó paxit tölteteket. A töltetekkel 1974. augusztus 23-án a Tisza 559-560 folyamkilométer szakaszán, Balsa térségben üzemi robbantási kísérleteket hajtott végre.

A vastagabb jég, robbantással történő darabolásához viszont még nem állt rendelkezésre elfogadható eszköz és technológia. Ezért 1975-ben az OVH 5 évre szóló kutatás-fejlesztési szerződést kötött a Bányászati Kutató Intézettel.¹²¹

Ugyanezekben az években az ÁBKSZ jelentős erőfeszítéseket tett a gátszakadások elzárási lehetőségeinek megoldására. Az egyik ilyen kedvezőnek ígérkező megoldás a gabion (drótfonatú zsák) közsákok alkalmazása volt olyan helyeken is, ahol sem a hajók, sem az uszályok és a gátaikon a járművek sem tudják a szakadás helyét megközelíteni. A helikopterekkel a közsák szállítás mellett a robbanóanyagok hálóban történő szállítását is kipróbálták MI-8 és KA-26 helikopterekkel.



13. ábra: Robbanóanyagok szállítása helikopterrel

Ez időszakban még a jégrobbantási szakfelszerelések kialakításának kezdetén a honvédség is részt vett a jégrobbantási feladatok ellátásban. [19][20] 1963-ban a Rábán majd 1964-ben „Az előljáró szervek utasítására a honvédségi alakulatok jégrobbantási feladatot láttak el Pakson, 1964 februárjában”¹²²

1966-1967 telén, a Berettyón a Fehér-Körösön, elsősorban a hidak térségében, majd Körösladányban a Sebes-Körösön kellett a jeget robbantással eltávolítani.

¹²⁰ A szerző a BKI-nak nem volt a dolgozója csak a BKI sárkányrepülő klubjának volt tagja 1976-1984 között. A BKI tevékenységét csupán az érdeklődés szintjén követte nyomon.

¹²¹ BKI: A robbantástechnika vízügyi alkalmazásának 5 éves kutatás fejlesztési terve. Témaszám: 32-15/75. 1975. július 14. és Dr. Varga Elemér A robbantástechnika vízügyi alkalmazásának 5 éves kutatás fejlesztési terve. Témaszám: 32-15/75. 1975. december 15.

¹²² 70 év az életveszély árnyékában, A magyar tűzszerész és aknakutató alakulatok története. 1945-2015: Zrínyi kiadó ISBN 978 963 327 653 2.

1968-ban a Tisza, a Túr és a Kraszna a Szamos és a Lónyai-csatornán több szakaszon megállt a jég. A Tiszán, a Dombrádi híd védelme érdekében az ÁBK SZ jégrobbantó részlege február 26-a előtti napokban a jeget robbantotta a híd feletti szakaszon.

1969-ben a Rábán a jégtörési munka a 27. fkm körül lelassult, mert a hidak környezetében vastagabb jég keletkezett, amely egyszerre két hajó munkáját lekötötte. Január 23-án a jégtörés végképp elakadt. Ekkor a honvédség tatai alakulatát hívták segítségül, amely 24-én a 27.8 folyamkilométer környékén levő kb. 400 méter hosszú torlaszt felrobbantotta.

A Felső Tiszán kialakult jégtorlaszok robbantását az ÁBK SZ robbantórészlege végezte el Kisar és Dombrád között.¹²³

1974-ben Tiszán az 560–561, valamint az 562,2 folyamkilométernél jégtörő hajók és robbantók együttműködésével a jégtorlaszt megszüntették.

6. A VALÓS JÉGROBBANTÁSOK MELLETT A FEJLESZTÉSEK ÉS KÍSÉRLETEK FOLYTATÓDTAK

1976. január 26 és 28 között az ÁBK SZ bevonásával a Szamos Tatárfalva környezetében a Szamos 38+9 szelvényében robbantási kísérleteket végzett a BKI és OVH, MIT és JIT töltetekkel, továbbá MJPT 20-b, B20/k, B-30, B-30/k, B-50, és B60 robbantó burkolatok alkalmazásával. A kísérleteknél felhasználtak 280 kg paxitot és a robbantáshoz szükséges anyagokat. (EBG gyutacs, vezetékek, fenyőpalló stb.)

1978-ban a BKI az OVH-ÁBK SZ megrendelésére a kábeltöltetek kialakítását vizsgálta. Az elkészült tanulmány por, fél-plasztikus, és plastikus robbanóanyagok alkalmazhatóságának lehetőségeit vázolta fel. Az akkori technológiák legfeljebb 5 méter hosszúságú polietilén fóliába csomagolt kábeltöltet előállítását tette lehetővé és megállapította, hogy „Helyszíni kábeltöltet előállítására csak olyan robbanóanyag típus felhasználása indokolt, amely nem tartalmaz brizáns komponenseket, amellet 8. sz. gyutaccsal tökéletes detonációra bírható.” A legfontosabb megállapítás azonban gazdasági okokra hívta fel a figyelmet. „Holtpontról a kábeltöltet gyártás kérdését csak akkor lehet kimozdítani, ha az összes érdekelt vállalat közös megegyezéssel nyújt be igényt és finanszírozza a kutatás-fejlesztés költségeit. Mivel nem kevés pénzről van szó, éppen ezért egyetlen vállalat sem vállalhatja magára a kutatás-fejlesztési munka finanszírozását.”

A kábel töltetekkel, nagy valószínűséggel csak két kísérletet végeztek, egyiket a Dunán, a jégen és a másikat a Kecskeri tározó árok robbantásakor.

A kísérletek kiértékelése után az ÁBK SZ kiadta a „Jégrobbantással kapcsolatos intézkedésekhez” című útmutatót.

¹²³ A Felső-Tiszavidéki Vízügyi igazgatóság összefoglaló árvízvédelmi jelentése. Ügyiratszám: 704-4/1969.

1978-ban az ÁBK SZ megrendelésére a Bányászati Kutató Intézet, a Helyszínen Tölthető Irányított Tölteteket (HT-IT) tovább fejlesztette. A BKI paxit robbanóanyaggal töltött különböző céltárgyakban a behatolási mélység és behatolási átmérő megállapítására robbantásokat hajtott végre.

A jégrobbantásba bevont szervezetek közül egyedül az ÁBK SZ robbantó csoportja rendelkezett kifejezetten jégrobbantásra kifejlesztett jégrobbantó eszközökkel. A hatékonyabb védekezés elérése érdekében az új módszerek alkalmazási lehetőségét az ÁBK SZ robbantó egysége, szűk szakmai körben 1981-ben bemutatta a polgári robbantó csoportoknak, amelyre meghívták a sajtó képviselőit is.

7. ÚJABB JÉGRROBBANTÁSOK MAGYARORSZÁG TERÜLETÉN

1982. március első hetében a vízállás meghaladta a 250 centimétert, ezért a Túrkeve-Ágotai védvonalon 49,6 kilométer hosszúságban, a Hortobágy-Berettyó jobb parti védvonalára elsőfokú árvíz- védelmi készültséget rendeltek el. A Tiszántúli Vízügyi Igazgatóság dolgozói több kisebb robbantással a torlaszt megbontották.¹²⁴

1985 január 25-én torlódott jég állt a Dunán. Ennek ellenére a sajtó így írta róla. „A látott Duna-szakasz mérsékelten torlódott jége semmi veszéllyel sem fenyeget, sőt van egy fajta pozitív hatása is: mintegy másfél méterrel megemelte ugyan is a főváros térségében a vízszintet, s így zökkenőmentes Budapest víz ellátása, a mit a feltűnően alacsony vízszint két-három héttel ezelőtt már-már kritikussá tett. Mivel eddig igen kevés hó esett az Alpokban is, az esetleges gyors olvadás okozta áradástól sem kell tartanunk. A jeges Duna tehát egyelőre nem fenyeget bennünket.”¹²⁵

Ugyanakkor az ország északkeleti térségében, a Felső-Tiszán megjelenő jégtorlódás veszélyes vízszint duzzasztást okozott. A több torlaszból álló jég megbontásához a jégtörő hajók mellett a jégrobbantást is igénybe vették. Az első időszakban jellemzően a hajóktól távol eső szakaszos jégmegállási helyek megbontását tűzték ki feladatként.

A jégtörő hajók haladásának megkönnyítésére a robbantó csoport a hajókkal szoros együttműködésben, január 28-án az 557,1 fkm-nél megkezdték a jég robbantását. Először 1, 3, 5, 8 kg-os paxit töltetű perforátorokkal lékeket robbantotta ki a jégben, majd a robbantott lékekbe paxit és ANDO töltetű MJPT-10B, -30B, és -50B típusú bombákat eresztettek le. A robbantás mind a perforátorok, mind a jégbombák indítása elektromos gyutaccsal történt.

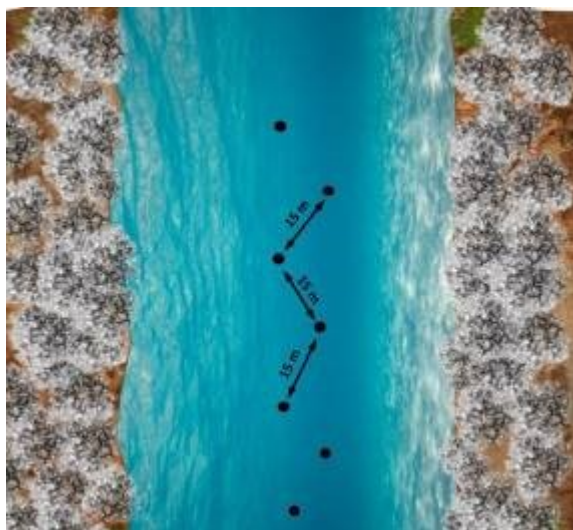
¹²⁴ Árad a Tisza, Készültség Túrkeve térségébe, Szolnok Megyei Néplap, 1982. március 10. 8. oldal. (33. évfolyam, 58. szám).

¹²⁵ Vízügyi szemle a levegőből: Somogy Megyei Néplap: XLI. évfolyam 20. szám. 1985 január 25. péntek.



14. ábra: Jégtörő hajó és a Kamov Ka-26 típusú helikopter a jégtörési feladatok ellátásánál, február 3-án. (fotó: ÉMVIZIG, ÁBK SZ)

Ez a robbantási technológia, amelyet a sodorvonalban, fűrészfog-szerűen, átlagosan 15 m távolságra kb. 8 m mélységben elhelyezett töltetekkel alkalmaztak, az összefüggő sík jégben igen hatékonynak bizonyult, hatására a jégmező feldarabolódott, s 200-1000 m-es hosszban megindult.



15. ábra: Robbanóanyagok elhelyezkedése a jégen. (rajz: szerző)

Február 2-án szombaton dél tájban a miskolci és nyíregyházi robbantó szakemberek Czibakréten (Tiszatelek határában) robbantották a feltorlódott jeget. Itt egy veszélyesen összeállt jégben 4x50 kilogramm robbanóanyagot helyeztek a jégtáblák alá, amely nagy erővel szakította fel a torlaszt. Ezt követően a jégtörők csaknem egy kilométert „faragtak” le a torlaszból.

A nehéz útviszonyok igen megnehezítették a védelmi anyagok szállítását és a jégen is gondot okozott a robbanóanyagok kézben vagy háton, pallódeszkán és létrákon történő beszállítása.

1985 évi védekezést követően a jeges árvizek robbantással történő megszüntetésével kapcsolatos műszaki fejlesztésekre, oktatások megújítására a szinte alig került sor. A külföldi tapasztalatok megismerése és kiértékelése háttérbe szorult. A szervezeti átalakítások hátrányosan érintették a robbantással történő jégvédekezés irányítását.

Így a jégrobbantási technológia ismerete lépcsőről lépésre szétszóródik és csak a történelmi ismeretek teszik majd elérhetővé.

ÖSSZEFOGLALÁS

A jégtorlódások megbontásához és ahhoz kapcsolódó minden intézkedésnek megvannak a maga előnyei és hátrányai. Síkjég esetén könnyű lehet eldönteni, hogy melyik módszert alkalmazzák. Különösen nehéz a kérdés, ha védekezési intézkedések esetén (jégtorlódás beállásakor) kell eldönteni, hogy szükség van-e valamilyen beavatkozásra vagy megszűnik a jégtorlódás magától? Mekkora veszély áll fenn valójában? A tapasztalat hasznos ehhez a döntéshez, de a jégelakadás szempontjából nem ez gyakori, és kevés embernek van lehetősége sok jégelakadást megfigyelni és abból a logikai összehasonlításokat végezni. Így a jégrobbantás történelmi ismeretei felbecsülhetetlenek lehetnek a védekezésbe bevont emberek részére.

Bár a robbantás nagyon drámai, a robbantás nem is olyan gyors vagy egyszerű megoldás, mint azt elvárják tőle. A robbantáshoz, meg kell tervezni a hely felkutatását és be kell szerezni a robbanóanyagokat, a lyukak fúrásához szükséges eszközöket és a személyzetet.

Világviszonylatban mintegy félezer jégrobbantást hajtottak végre, béke időszakban és háborús időszakban a folyókon. Békeidőszakban ennek mintegy 10-20 %-a kifejezetten jégrobbantási gyakorlat volt. Több mint 30 %-ra tehető azon jégrobbantások száma, amely a folyó méretéhez és azon kialakuló jég nagyságához képest a bevetett erőforrások, robbanóanyagok mennyisége kevésnek tűnik, mégis eredményes védekezésről szólnak a híradások. Azaz a jégrobbantásokat erősen befolyásolja a közönség kapcsolati és tájékoztatási kényszer jelenléte. Esetenként a kevésbé képzett szakemberek számára is látható módon reménytelen vállalkozást hajtanak végre. Világviszonylatban is talán fél tucat esetben fordult elő, hogy a védekezésre kijelölt szervezet vezetője az ismerté vált lehetőségek mérlegelése után megtagadta a jégrobbantás alkalmazását.

Mindezek hatására a jégrobbantás lett a legellentmondásosabb vízkár elhárítási védekezési módszer.

Talán a mélyművelési szén és kőolajipar robbantómesterein kívül minden szervezet kipróbálta a jégrobbantás művészetét. Részt vettek benne a vízügyön kívül a honvédség, rendőrség, a karhatalom (munkásőrség) a kőbányák és épületek robbantói, az ipari bűvárok és hídépítők robbantó mesterei is. Mindezek a szervezetek közül hazánkban csak a vízügyi szervezet volt az, amely a jégrobbantást teljes mértékben át tudta tekinteni.

Az, hogy a jégrobbantás a történelemkönyvekbe kerüljön vagy, hogy melyik úton haladjon tovább azt a természet és emberi akarat majd eldönti. Így voltunk régen s vagyunk ma is sok mindennel a pozitív eredmények és tapogatózások egymást váltogatják. A természet által kitermelődött akadályok igen sok gondot okoznak az emberiségnek, de ezek leküzdhetők csak akarat kell hozzá.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] SCHAFFER Antal: *A gyakorlati robbantó technika kézikönyve*, Pallasz Részvénytársaság Nyomdája, Budapest, 1903.
- [2] SCHAFFER Antal 1907: Jégrobbantó munkálatok, Magyar Mérnök és Építész-Egylet Közlönye, XLI kötet, 1907/11-12. szám, 307-332.
- [3] E.-34 (Műsz. okt. műsz.) Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet – Robbantások I. rész. M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928.
- [4] TAVY Lajos 1941: A kisebb folyók 1940. évi tavaszi árvizeinek tanulságai, Vízügyi Közlemények 1941/1-2. szám, 158-165.
- [5] SIPOS Béla (szerk.): *A jégvédelem kézikönyve*. VÍZDOK, Budapest, 1973.
- [6] NAGY Tibor (szerk.): *Árvízvédekezési anyagok, felszerelések és gépek kézikönyve*. Országos Vízügyi Hivatal, Budapest, 1975.
- [7] POLGÁR L. – SIPOS B. – SZAPPANOS Z.: *Árvízvédekezési kézikönyv*. Országos Vízügyi Hivatal, Budapest, 1974.
- [8] ROZSNYÓI Péter (szerk.): *Irányelvek a jégrobbantási feladatok végrehajtásához*. VÍZDOK, Budapest, 1981.
- [9] ROZSNYÓI Péter: Jégrobbantás, in. *Robbantómesterek kézikönyve II*. Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE), Budapest (Horváth László, szerk.) 1989.
- [10] TÓTH Ferenc: Vízügyi ágazat jégrombolási és jégrobbantási tevékenysége. „Fúrás-, robbantástechnika 2008” Nemzetközi Konferencia kiadványkötete. *Robbantástechnika* különszáma, 77–83.
- [11] TÓTH Ferenc: Jégrobbantás évszázada Magyarországon. „Fúrás-, robbantástechnika 2012” Nemzetközi Konferencia kiadványkötete. *Robbantástechnika* különszáma, 118–126.
- [12] TÓTH Ferenc: Jeges Árvizek elleni védekezés évszázada I. *Védelem Tudomány*, V. évfolyam, 2. szám, 2020. 151-176.
- [13] TÓTH Ferenc: Jeges Árvizek elleni védekezés évszázada II. *Védelem Tudomány*, V. évfolyam, 3. szám, 2020. 124-157.

- [14] DARUKA Norbert: Jégvédekezés robbantással. *Műszaki Katonai Közlöny*, XXIV. évfolyam, 2014/4. szám, 51–67.
- [15] KOVÁCS Zoltán: Robbantási munkák az ár- és jégvédekezés során. *Műszaki Katonai Közlöny*, XX. évfolyam, 2010/1–4. összevont szám, 159–173.
- [16] LUKÁCS László: Katonai jégrobbantási tapasztalatok. *Műszaki Katonai Közlöny*, 2005/1–4. összevont szám, 201–214.
- [17] LUKÁCS László: *Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből*, különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányai és a kor új kihívásaira, Dialóg Campus Kiadó Budapest, 2017. ISBN 978-615-5680-35-9
- [18] LUKÁCS László – KOVÁCS Zoltán: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945-1990. – 3. rész, Jégvédekezési robbantások, *Katonai Logisztika*, 2021. évi 1-2. szám, 291-340.
- [19] DARUKA Norbert: A katasztrófák elleni védekezés robbantástechnikai vonatkozásai; http://193.224.76.4/download/konyvtar/digitgy/publikacio/daruka_norbert.pdf
- [20] DR. 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.

PROTECTING CAVES FROM THE HARMFUL EFFECTS OF NEARBY EXPLOSIONS

BARLANGOK VÉDELME A KÖZELI ROBBANTÁSOK KÁROS HATÁSAITÓL

Dr. BOHUS Géza¹²⁶, SZARVAS Beáta¹²⁷, Dr. VIRÁG Zoltán¹²⁸

Abstract

The stability and load-bearing capacity of caves, natural waterways, mine workings, cellars and other underground cavities under drastic impact, e.g. blasting, is less well known in the domestic literature. A method has been developed to calculate the dynamic effects of blasting in the protected cave environment of several quarries, and is discussed in this presentation. Keywords: ice floods, ice flood protection, ice blasting.

Keywords: caves, mining areas, new computational methods.

Összegzés

Barlangok, természetes vízjáratok, valamint bányatérsegek, pincék és egyéb föld alatti üregek drasztikus hatás – pl. robbantás – során mutatott állékonysága, teherbíró képessége kevésbé ismert a hazai szakirodalomban. Több kőbányában feltárt védett barlang környezetében végzett robbantások dinamikus hatásának számítására dolgoztunk ki egy módszert, amellyel ez az előadás foglalkozik.

Kulcsszavak: Barlangok, bányatérsegek, új számítási módszerek.

BEVEZETÉS

Barlangok, természetes vízjáratok, valamint bányatérsegek, pincék és egyéb föld alatti üregek drasztikus hatás – pl. robbantás – során mutatott állékonysága, teherbíró képessége kevésbé ismert a hazai szakirodalomban. Több kőbányában feltárt védett barlang környezetében végzett robbantások dinamikus hatásának számítására dolgoztunk ki egy módszert, amellyel ez az előadás foglalkozik.

Az 1970-es évek egyik nagy beruházása a Hejőcsabai Cement- és Mészmű kapacitásának jelentős növelése volt. A cementgyár már nem a Tapolcán működő várhegyi kőbányából szerezte be az alapanyagot, a mészkövet, hanem a Bükk nyúlványaként ismert Nagykőmázsa-hegyből.

A letört nyersanyagot egy 5,2 km hosszú, az üdülőtelepet megkerülő távolsági gumiszalagon szállították be a gyárba.

A gyár tervezett kapacitása 3,0 Mt cement és 0,8 Mt égetett mész volt, amihez a korábbinál nagyobb robbantásokat terveztek egy tűzben. A problémát viszont a Várhegyben feltárt és működtetett barlangfürdő védelmi igénye okozta. Az illetékes hatóságok a barlang biztonságos működtetése érdekében maximálisan 1000 kg robbanóanyag felrobbantását engedélyezték egy tűzben. Ezért a törő-osztályozó berendezések elhelyezésén és a kapacitások összekapcsolásán

¹²⁶ Okleveles bányamérnök, a műszaki tudomány kandidátusa.

¹²⁷ PhD. hallgató, Miskolci Egyetem, Bányászati és Geotechnikai Intézet, robbantástechnikai szakmérnök. E-mail: beata.szarvas@uni-miskolc.hu; ORCID:0000-0003-2517-6291.

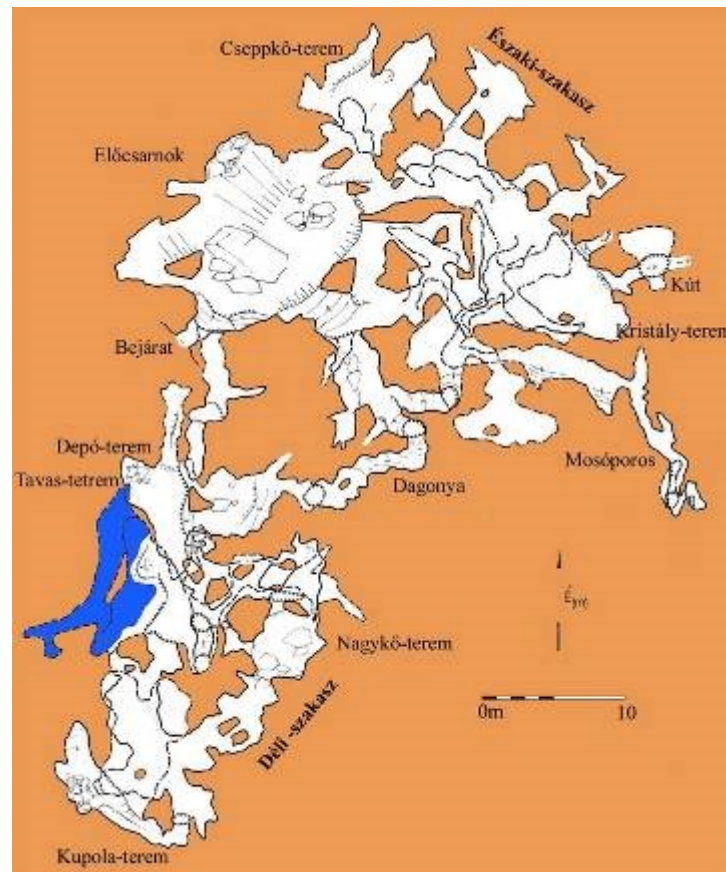
¹²⁸ Egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Bányászati és Geotechnikai Intézet, E-mail: zoltan.virag@uni-miskolc.hu.

kívül ellenőrizni kellett a jövesztő robbantások különböző hatásait a barlangfürdő állékonyságára.

A robbantások keltette szeizmikus hatás rendszeres mérése és a sziklafelületek kopogózása lehetővé tette, hogy az új, nagykőmázsai bányában 8 tonna robbanóanyagot is fel lehetett egy tűzben robbantani. A vizsgálatok lényegét a hozzávetőleg tíz évvel később feltárt beremendi Kristálybarlang védelmére kialakított módszer ismertetésével mutatjuk be.

A tapolcai barlangfürdő mai állapotának kialakításához robbantást végeztünk, miután bizonyítást nyert, hogy a barlang meglehetősen állékony. Így robbantottunk ki új bejáratot, kötöttük össze a különálló üregeket és hoztunk létre medencéket az úgynevezett télikertben.

A beremendi kőbányában az 1980-as években feltárt „Kristálybarlang” (1. ábra) védelme érdekében a bánya akkori tulajdonosa, a Cement- és Mészművek megrendelte a Nehézipari Műszaki Egyetemtől a barlang körül kialakítandó védőpillér méretezését. [1]



1. ábra A beremendi Kristálybarlang térképe [2]

Feladatunkat képezte megállapítani azokat a barlang széleitől mért távolságokat, ahol a bányában szokásos robbantások rázóhatása már nem idézi elő a geológiai képződmények károsodását. Erre a feladatra nincs hazai szabály, előírás, csupán az ÁRBSz-ben áll annyi, hogy „a védőpillér más méretezési elv alapján is kijelölhető szakértő (szakértő szerv) javaslatára”.

A szükséges pillér szélességének méretezésére Boriszenko [3] képletét találtuk a legalkalmasabbnak:

$$b = \frac{100 * B * \rho * \Sigma H}{\sigma_D - 100 * \rho * \Sigma H} \quad (1)$$

mely összefüggésben

B - a barlang legnagyobb szélessége, 60 [m],

ρ - a kőzet sűrűsége, 2690 [kg/m³]

σ_D - a kőzet törőszilárdsága, $5,4 * 10^7$ [N/m²]

ΣH - a barlang környezetében lévő, lefejtésre kerülő kőzetösszet vastagsága, 43 [m].

A megfelelő adatok behelyettesítésével a biztonsági pillérszélesség:

$$b = \frac{100 * 60 * 2690 * 43}{5,4 * 10^7 - 100 * 2690 * 43} = 16,5 \text{ m}$$

Ellenőrizzük ezt a pillérszélességet. A robbantással létrehozható repedések hossza [4]:

$$L_f = \sqrt{\frac{C_l}{C_t}} * \sqrt[3]{Q_1} \quad (2)$$

ahol C_l - a longitudinális hullámterjedési sebesség a kőzetben, 3360 [m/s];

C_t - a transzverzális hullám sebessége, 3020 [m/s];

Q_1 - az egy robbantólukban robbanó legnagyobb töltet tömege, 163 [kg];

$$L_f = \sqrt{\frac{3360}{3020}} * \sqrt[3]{163} = 5,8 \text{ m}$$

Észre kell vennünk, hogy a valós viszonyokat sokkal jobban megközelíti az a modell, amikor a föld alatti bányatérsegeket kell megvédeni a külszíni robbantások keltette dinamikus hatásoktól.

A beremendi alsó-kréta korú mészkő általunk mért, a számításokhoz szükséges további paraméterei:

– a szakítószilárdság: $\sigma_Z = 1,06 * 10^7 \text{ N/m}^2$

– a rugalmassági modulus: $E = 2,98 * 10^9 \text{ N/m}^2$

A barlang közelében végzett nagyrobbantások által keltett szeizmikus hatást a barlangban mérve

$$v_{max} = 18 \text{ mm/s}$$

maximális rezgési sebességet határoztunk meg

$$f = 37 \text{ Hz}$$

értékű rezgésszámmal.

A megoldást a robbantások által keltett rezgésekre bekövetkező kőzetmegbontás folyamatában találtuk meg.

A kiterjedt szakirodalomból [5] munkát emeljük ki, amely megbízható becslést adott a robbantástól távoli kőzetköpeny tönkremenetelének várható mértékére. Az 1. táblázatban a kőzetfelület maximális elmozdulási sebessége és az ott fellépő fajlagos energiasűrűség szerint [5] alapján mutatjuk be a várható tönkremeneteli kategóriákat.

1. táblázat

Tönkremenetel jellege	Rezgési sebesség [mm/s]	Fajlagos energia sűrűség, [kJ/m ²]
Repedések nem jelennek meg	< 50	< 0,3
Az eredeti repedések tovább nőnek	50 - 300	0,3 - 1,0
Nagy repedések keletkeznek a főtében és a pillérben	100 - 400	1,0 - 3,0
Felszakadások jönnek létre	150 - 500	2,0 - 10,0
Nagy omlások következnek be	> 500	> 10,0

Az 1. táblázat értékei igen jól korrelálnak a gyakorlati megfigyelési adatokkal. A kőzet törése – anyagi minőségtől függően – 150 [mm/s]-nél nagyobb „kritikus” rezgési sebességnél következik be.

A kiértékelésben rejlő bizonytalanság csökkentése érdekében, feltételezve, hogy nem a legjobban rezgő helyeken rögzítettük a geofonokat, fogadjuk el, hogy

$$v_{max} \leq 50 \text{ mm/s}$$

A továbbiakban – a számítás menetét nem részletezve – ezzel, a repedéseket még létrehozni nem tudó (1. táblázat) sebességekkel számoljuk ki a beremendi „Kristálybarlang” környezetére:

$$v_{kr} = 3,73 \text{ m/s},$$

$$A = 1,35 * 10^{-3} \text{ m},$$

$$\sigma = 2,26 * 10^4 \text{ N/m}^2,$$

$$W_{fajl} = 30,5 \frac{\text{J}}{\text{m}^2} = 0,0305 \text{ kJ/m}^2,$$

$$\Delta V = 2,6 * 10^{-3} \text{ m/s},$$

figyelembe véve, hogy $t_c = 0,054$ [s], h_r értéke a nagyfűrőlyukas robbantásoknál akár a 4 [m]-t is elérheti.

A számítás eredményéül kapott 26 [mm/s] nagyságú sebességugrás nem elégséges a repedések kiszélesítésére ill. hosszabbítására.

A vizsgálatok eredményeként megállapíthatjuk, hogy a

$$v_{meg} = 50 \text{ mm/s}$$

rezgési sebesség a legkritikusabb kőzettartományokban is megengedhető a beremendi barlang térségeinek felületén.

A robbantások várható szeizmikus hatásának becslését az Általános Robbantási Szabályzatban annak idején előírt képlettel kellett végezni:

$$v = k \frac{\sqrt{Q}}{l} \quad (3)$$

ahol:

k - a robbantás körülményeit és a közet tulajdonságait figyelembe vevő tényező (értéke előírások szerint: 50),

Q - a 100 [ms] időtartamon belül felrobbantott legnagyobb töltet tömege, [kg],

l - az egyidejűleg robbanó töltet tömegközéppontjától a megvédendő műtárgynak a legközelebbi talajfelszíni pontjáig mért – a magasságkülönbséget is figyelembe vevő – távolság, [m].

A (3) képletben v helyébe a megengedett 50 [mm/s]-ot, Q helyébe a bánya +116-os szintjén megengedett 4000 [kg]-ot helyettesítve rendezzük át ezt az összefüggést az l távolságra:

$$l = \frac{k}{v} \sqrt{Q} = k * \frac{1}{50} * \sqrt{4000} = 1,27 * k$$

A k tényező értékét próbarobbantások során végzett szeizmikus mérésekből határoztuk meg. A szükséges számítások elvégzése után azt a végeredményt kaptuk, hogy k tényező értéke a barlang közelében

közel É-D-i irányban: 48,

(a művelési front vonalában)

közel K-Ny-i irányban: 57

(a művelési frontra merőlegesen).

Ezt a két értéket biztonságból felfelé kerekítjük, mert nem biztos, hogy a legveszélyeztetettebb barlangrészeknél álltunk fel a műszerekkel. A mértékadó tényezők tehát:

közel É-D-i irányban: 50,

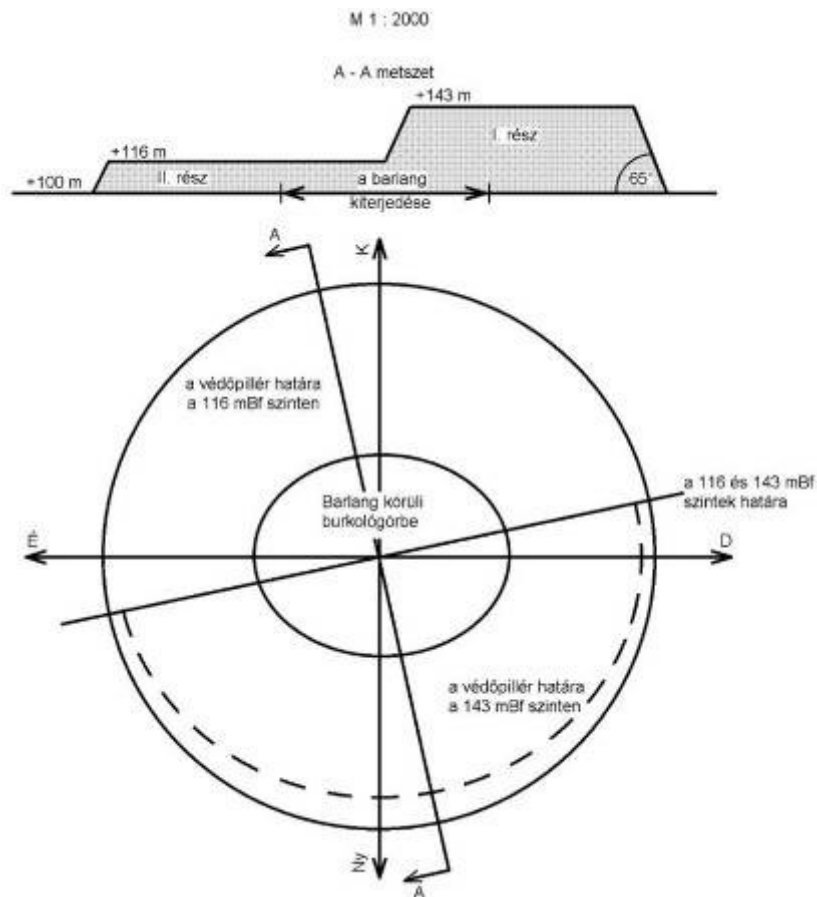
közel K-Ny-i irányban: 60.

Az l távolság, ami a védőpillér szélességét jelenti e két irányban:

É-D-i irányban: $l = 1,27 * 50 \approx 65$ [m],

K-Ny-i irányban: $l = 1,27 * 60 \approx 75$ [m].

Ezt a pillért a +116 [m]-es mBf szinten jelöltük ki. Attól lefelé a +100-as szintem 65°-os dőléssel szélesebb, körülbelül 10%-kal nagyobb – az előző kerekítéseket korrigálva – 70 ill. 85 [m] széles pillért javasoltunk.



2. ábra A beremendi Kristálybarlang védőpillére

Ezeket a pilléreket a barlang kontúrjait magába foglaló ellipszis köré rajzoltuk meg (2. ábra).

A leírt módon kijelölt védőpillér jól betöltötte szerepét. A környezetvédelmi hatóság 1993. év végén hozzájárult a védőpillér tájba illesztése érdekében annak korrekciójához (helyenkénti gyengítéséhez) is [6].



3. ábra A „Kristálybarlang” jelenlegi védőpillére

2012-ben újabb igény jelentkezett a barlang körüli védőpillér csökkentésére. Ezt a feladatot is sikeresen megoldották (3. ábra). Ezt a tényt bizonyítja az a televízióban is bemutatott természetfilm, amely a barlangban készült.

Ugyanezen elvek alapján jelöltük ki a Bükki Nemzeti Park területén működő dolomitbánya határa mentén feltárt „Balekina” és „Jáspis” barlangok védőpillérjeit. E vizsgálat eredményeként jelöltük ki a bánya végleges részsűit. A számítások eredményeként a barlang járataitól mindenütt legalább 40 m-re elmaradó bányafalak (robbantási helyek) nem fogják veszélyeztetni a barlangok állagát.

Alig van olyan mészkő- és dolomitbányánk, amelyben nem került elő védendő barlang. E barlangok nagyon megnehezítik a bánya működését. Ezért nagyon fontos, hogy megfelelő méretű védőpillért alakítsanak ki. A DDC naszályi bányájában feltárt Nincs Kegyelem aknabarlang, továbbá a nagyharsányi és a Kávás-hegyi kőbányájában feltárt barlangokat is a fent említett módon védtünk meg a közeli robbantások károsító hatásaitól.

A bemutatott mérési és számítási eljárás alkalmazási köre még tovább bővíthető. A mérések számának növelésével, a mérések és számítások további pontosításával törekszünk a pillérméretezés megbízhatóságának fokozására.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Szakvélemény a CEMÜ beremendi kőbányájában feltárt „Kristálybarlang” védelmére. NME Bányaműveléstani Tanszék, Miskolc, 1985. március
- [2] Forrás: <https://termeszetvedelem.hu/talalati-oldal/?type=orszagos-barlangnyilvantartas&id=4150-1>.
- [3] BORISZENKO, Sz.G.: Vszkrütie i szisztémű razrabotki rudnüh mesztorozsdenij. Izd. Viszsa Skola, Kiev, 1977.
- [4] MOSZINECM V.N.: Drobjasce i szejzmiczeszkoe dejsztvie vzrüva v gornüh porodah. Izd. Nedra, moszkva, 1976.
- [5] BARON, L.I., TURCSANINOV, I.A., KLUJCSNIKOV, A.V.: Narusenie porod pri konturnom vzrüvanii. Izd. Nauka, Leningrás 1976.
- [6] BOHUS, G.: Szakvélemény a beremendi „Kristálybarlang” módosításáról. Miskolc, 1993. október.

THE USE OF LARGE DIAMETER BLASTHOLES IN UNDERGROUND COAL MINING

NAGYÁTMÉRŐJŰ ROBBANTÓLYUKAK ALKALMAZÁSA A MÉLYMŰVELÉSŰ SZÉNÁNYÁSZATBAN

Dr. KAMBUROV Milenov Sztefan¹²⁹

Abstract

We take as fact the claim that blasting technologies used in underground coal mining are designed for small diameter and short blast holes. When we talk about small-hole blasting, we always mean blasting with holes of less than 60 mm in diameter, between 1.5 and 6 m. The diameter of the holes should be chosen according to the diameter of the explosive cartridge used, so that the diameter of the hole is slightly larger than the diameter of the cartridge. For the most commonly used 30 mm diameter cartridge, the diameter of the blasting hole should be between 36 and 42 mm. This is logical, since 30 mm diameter explosives are used for cutting, mine sinking and blasting, and small diameter blast holes are drilled for them.

Keywords: underground coal mining, large diameter drill hole.

Összegzés

Tényként kezeljük azt az állítást, hogy a mélyművelésű szénbányászatban alkalmazott robbantási technológiákat kisátmérőjű és rövid robbantólyukakra tervezik. Amikor kislyukú robbantásokról beszélünk, akkor az alatt mindig 1,5...6 m közötti, 60 mm-nél kisebb átmérőjű lyukakkal végzett robbantásokat kell érteni. A lyukak átmérőjét az alkalmazott robbanóanyag töltény átmérőjétől függően kell megválasztani úgy, hogy a lyuk átmérője kissé nagyobb legyen, mint a töltény átmérője. Leggyakrabban használt 30 mm átmérőjű töltény esetén a robbantólyuk átmérője 36 – 42 mm. Logikus is, mivel vágathajtásnál, aknamélyítésnél, pásztafejtéseknél a 30 mm átmérőjű töltényezett robbanóanyagokat alkalmazzák, amihez kis átmérőjű robbantólyukakat fúrnak.

Kulcsszavak: mélyművelésű szénbányászat, nagyátmérőjű fúrólyuk.

BEVEZETÉS

Tényként kezeljük azt az állítást, hogy a mélyművelésű szénbányászatban alkalmazott robbantási technológiákat kisátmérőjű és rövid robbantólyukakra tervezik. Amikor kislyukú robbantásokról beszélünk, akkor az alatt mindig 1,5...6 m közötti, 60 mm-nél kisebb átmérőjű lyukakkal végzett robbantásokat kell érteni. A lyukak átmérőjét az alkalmazott robbanóanyag töltény átmérőjétől függően kell megválasztani úgy, hogy a lyuk átmérője kissé nagyobb legyen, mint a töltény átmérője. Leggyakrabban használt 30 mm átmérőjű töltény esetén a robbantólyuk átmérője 36 – 42 mm. Logikus is, mivel vágathajtásnál, aknamélyítésnél, pásztafejtéseknél a 30 mm átmérőjű töltényezett robbanóanyagokat alkalmazzák, amihez kis átmérőjű robbantólyukakat fúrnak.

Azon kívül a szénbányászatban alkalmazott technológiákban a robbantás előtt csak egy szabad felület áll rendelkezésre, vagyis a robbantásos kőzetjövésztés eredményességét kezdetben korlátozza, hogy csak egyetlen szabad felület irányába mozdulhat el a fellazított anyag. Az adott körülményeknek megfelelő robbantástechnológia kialakítása érdekében először a második szabad felületet biztosító betörésekkel kell foglalkozni. Megfelelő eredmények elérésére és a

¹²⁹ Miskolci Egyetem, Bányászati és Geotechnikai Intézet, címzetes egyetemi docens.
E-mail: kamburov57@gmail.com.

robbantás gazdaságossága céljából szabad felületek előállítására kell törekedni és az így létesített szabad felületek felé kell „dolgoztatni” a további tölteteket.

Külszíni bányászatban több (kettő vagy három) szabad felülettel rendelkező kőzetidomok jövesztése a lyukátmérőtől és a lyukhossztól függően nagy átmérőjű (150...300 mm) robbanólyukakat és alacsony homlokot (8...15 m) vagy kisebb átmérőjű (60...150 mm) robbanólyukakkal magasabb (20...50 m) homlokokat robbantanak, mivel nem kell külön gondot fordítani a második szabad felület kialakítására. Természetesen a külszíni bányászatban is előfordul egy szabad felülettel rendelkező robbantandó idom, aminek lefejtésére területrobbantást alkalmaznak, de amint lehetséges az idomot úgy alakítják ki, hogy legalább kettő szabad felülettel rendelkezzen. Akkor át lehet térni másik technológiára, amely gazdaságosabb - tapasztalati és kísérleti adatok szerint, ha csak egyetlen szabad felület van (a betörés nélküli vājvég vagy területrobbantás) ugyanazon kőzetmennyiség megfelelő feldarabolásához három-négyszer annyi robbanóanyag szükséges, mint két szabad felület esetén.

Nagyszilárdságú ásványi nyersanyagok fejtéseiben (ércbányászat) szintén alkalmazzák a hosszú robbanólyukakkal ($\varnothing$ 40...150 mm, L-40...60 m) végzett robbantást, ahol kihasználják a két szabad felület előnyeit.

Az előadásomban azt ismertetem, hogyan jutott a mélyművelésű szénbányászat a kvázi külszíni robbantási technológia alkalmazásáig, milyen eredményeket értünk el ennek köszönhetően.

Ezt a robbantási technológiát sikeresen alkalmaztuk a Dorogi szénmedencében lévő (már nem üzemelő) Lencsehegyi szénbányában.

A Lencsehegyi szénelőfordulás

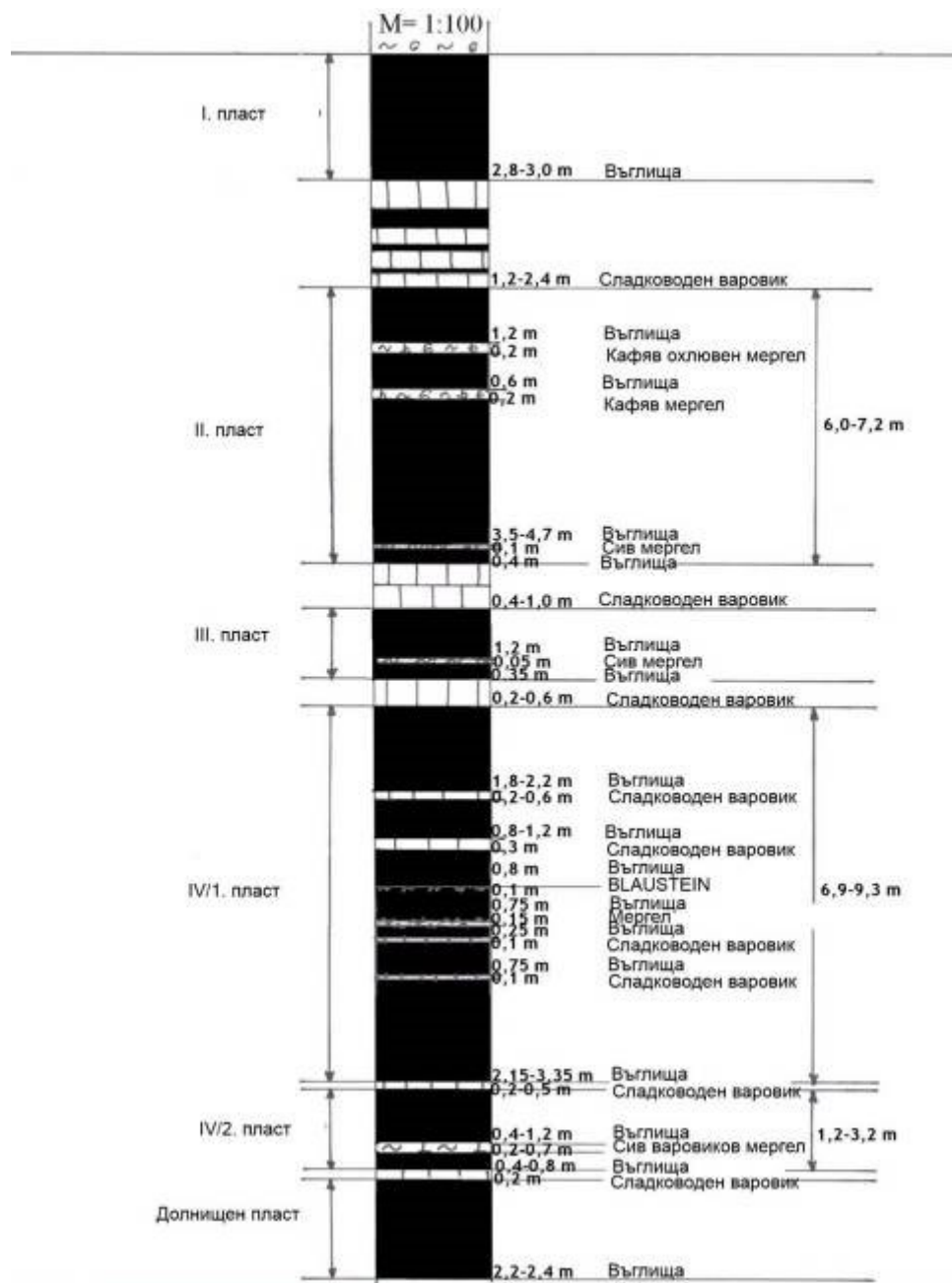
A Lencsehegyi előfordulás középső és alsó eocén származású. A feltárt ásványi nyersanyag-vagyonra jellemző:

- bonyolult tektonika – átlagban 100 m² –n 8 vető és 50%-a 2 m-nél nagyobb elvetési magassággal rendelkezik;
- több egymáshoz közel lévő változó vastagságú telep (10 -15° dőlés) – amelyek összvastagsága 20-24 méter, ebből 15 -18 szén és nagy szilárdságú édesvízi mészkő, ami a telepek között helyezkedik el; (1., 2. ábra)
- a fedőben és a feküben lévő márga.
- szénvagyon-19 702 000, ebből ipari szénvagyon-17 072 000, gazdaságosan kitermelhető szénvagyon- 17 001 000 t.

Az alsó eocén korú (4 telep) kitermelésére létesített Lencsehegy II. bányauzem építése 1982-ben kezdődött, 1986-ban termelésbe állt 2003. december 31.-én befejezte a termelést – *gazdaságosan kitermelhető szénvagyon hiánya miatt*. Ebben az időszakban 6 277 205 tonna barnaszenet termelt ki- a legnagyobb éves termelést 1987-ben érte el, 587 000 tonna. A bánya vízbetörés veszélyesnek, szénporrobbanás veszélyesnek és tűveszélyesnek minősült.

Körülmények, amelyek a technológiaváltást előzték meg

Tervezéskor a telepek egyenként történő lefejtését irányították meg fentről lefelé gépesített technológia alkalmazásával, amely nem volt jellemző a Dorogi szénmedencére.

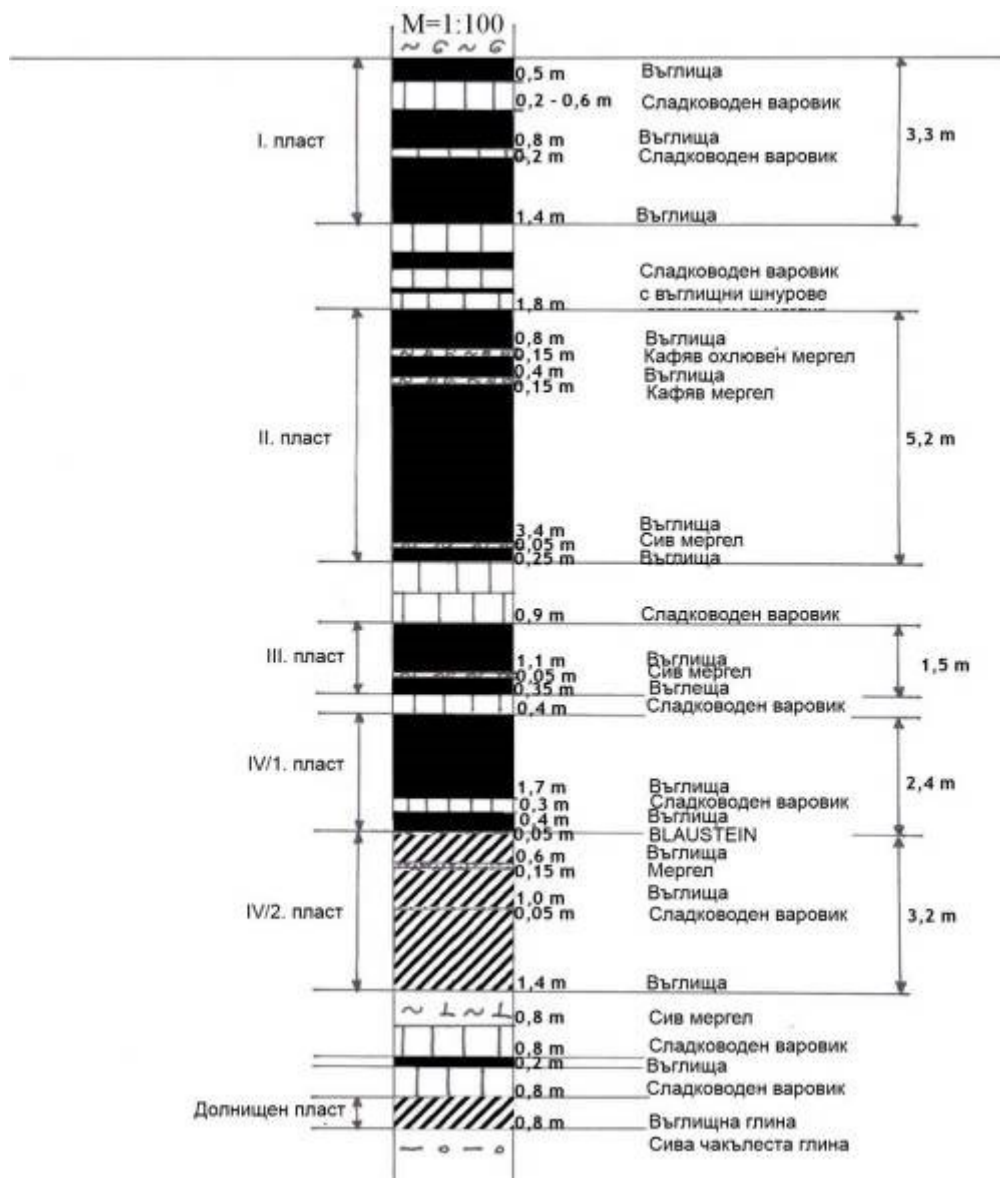


1. ábra Maximális telepvastagság

I. telep lefejtését (2,2-3,0 m) „hagyományos” gépesített pajzsos technológiával tervezték meg. A II. telepet (5,0 – 6,5m) a több mint 2 m vastag édesvízi mészkő védelme alatt „modern” főtészen omlasztásos technológiával irányozták elő. A III. és IV. telepet (összesen több mint 12 m) szintén főtészen omlasztásos technológiával képzelték el két szeletben.

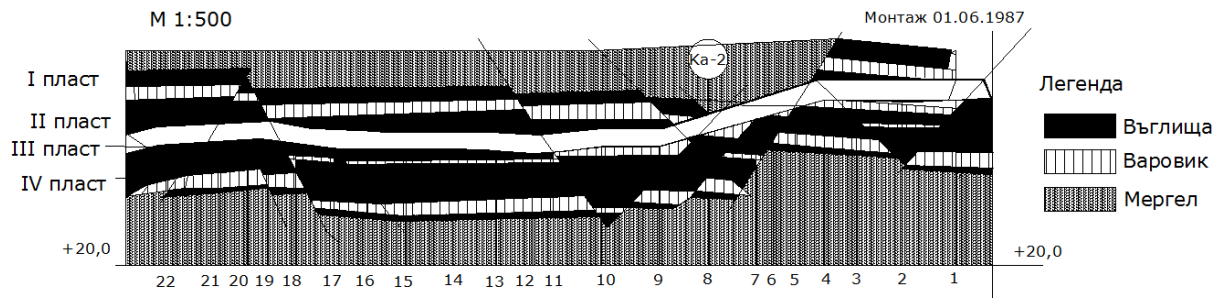
A betervezett mennyiség kitermelése érdekében 1986-ban döntés született, hogy egyszerre kezdenek fejteni I. és II. telepet a mező közepén, ahol a vastagságuk a legnagyobb. Indítanak kettő gépesített fejtést, az egyik halad mezőbe az I. telep, a másik a II. telepet fejt le hazafelé haladva.

A mellékelt 3. és 4. ábrán látható a fejtések haladása. A Ka-1 fejtés beszerelésre került az I. telepbe, de a haladása nagy részében az I. és II. telep közötti mészkőben haladt, az utolsó méterekben a fedő márgában.

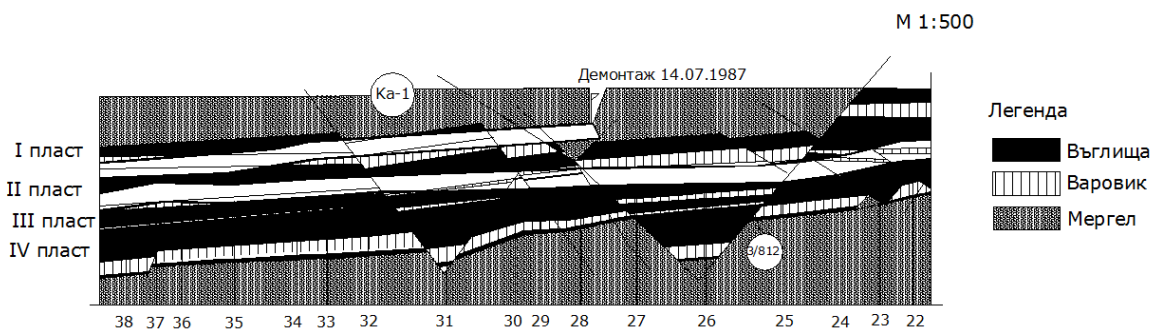


22. ábra Minimális telepvastagság

Ka-2 fejtés a II telepben indult és fűteszén omlasztásos technológiát alkalmaz. Haladása során megfordul a II. telep fekjétől kezdve, az I telepen keresztül a fedő márgáig.



3. ábra Szelvényezés haladási irányba Ka-2 fejtés

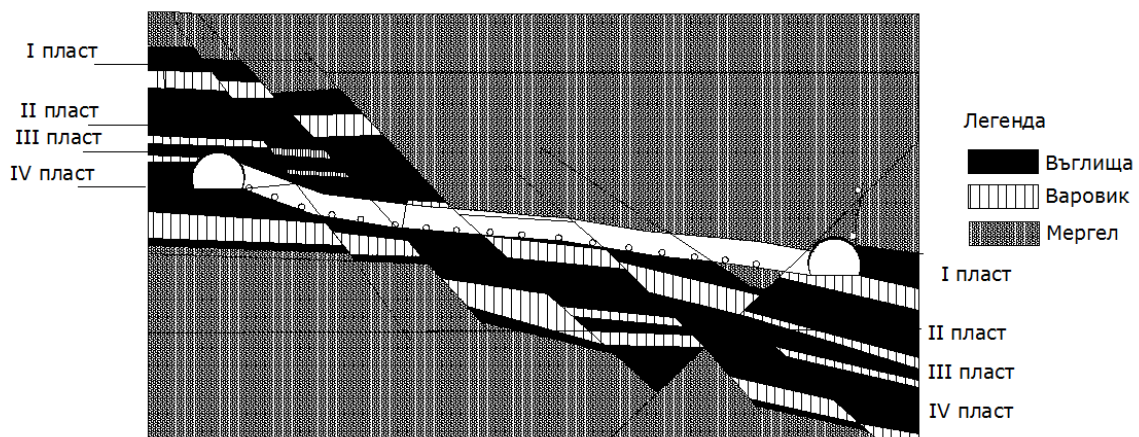


4. ábra Szelvényezés haladási irányba –Ka-1 és Ka-2 fejtések

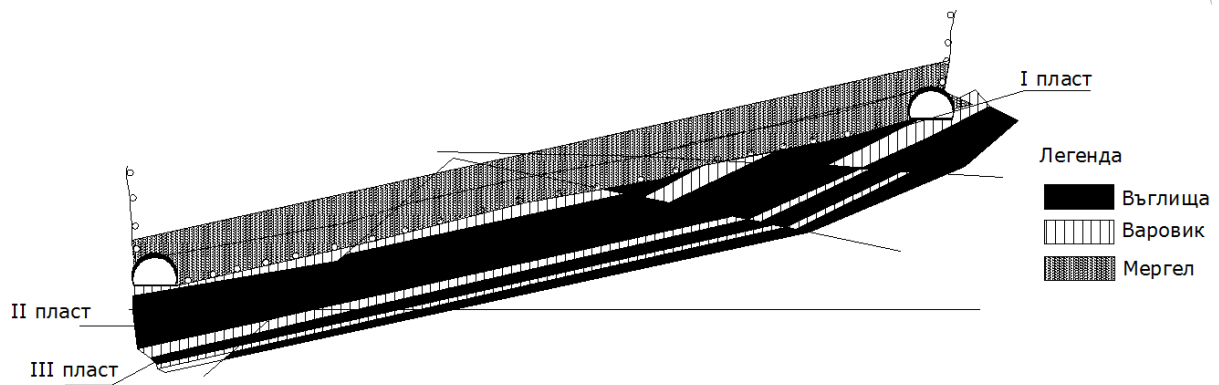
Az 5/a. ábrán látható fejtési homlok egyik szelvénye – a fejtés egyszerre halad 1. telepben, fedő márgában III. és IV telepben.

Az 5/b ábra a Ka-1 fejtés homloki szelvénye látható a kiserelés pillanatában – a homlok végig márgában állt meg.

Annak ellenére, hogy az előfordulás rendelkezik nagyon jó minőségű barna szénnel (22 Mj/kg), 4 viszonylag vastag széntelevvel (16-18m) a rosszul megválasztott technológia és terület miatt rövid idő alatt a bányauzem a gazdasági csőd közelébe került.



5/a. ábra



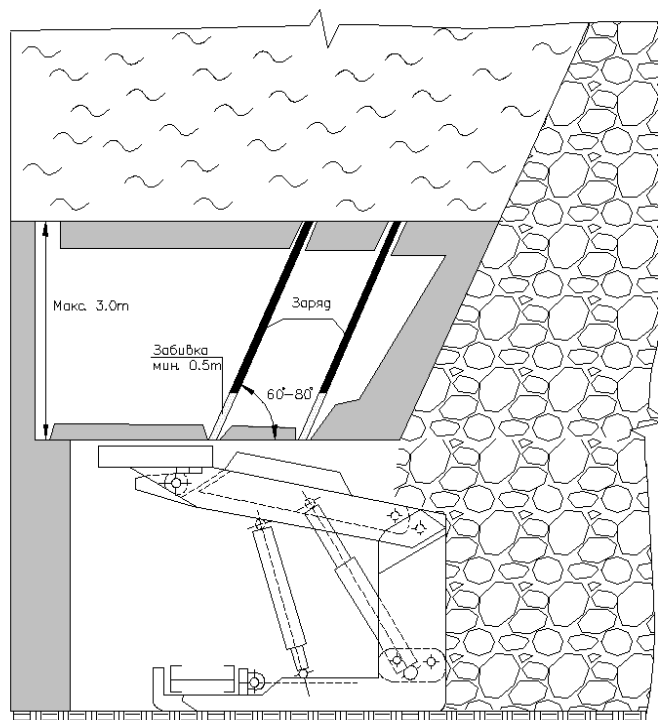
5/b ábra

A telepenkénti lefejtés és a fűteszénomlasztás a homlokon (nem megfelelő pajzzsal) nem volt sikeres a nehéz tektonikai körülmények miatt. Új, megfelelő technológia kidolgozására volt szükség, amely a helyi viszonyokhoz alkalmazkodik.

Az új technológia szembeni elvárások

Annak ellenére, hogy tektonikailag az előfordulás sok, kis területű mezőkből áll, a vastag telepek miatt ezek a mezők nagy szénmennyiséggel rendelkeznek.

A kísérletezés során először próbáltunk alkalmazni hosszú kifutási fejtést, amely fűteszén omlasztással fejt egy vastag telepet (VHP 732-fűteszénomlasztó pajzzsal), később a technológiát kiterjesztettük 2 ill.3 telep egyszeri lefejtésére fűteszénomlasztással. 1999 óta a fejtésekben kizárólag mind a négy telep (és közkövek) egyszeri jövesztése történt.



6/a ábra

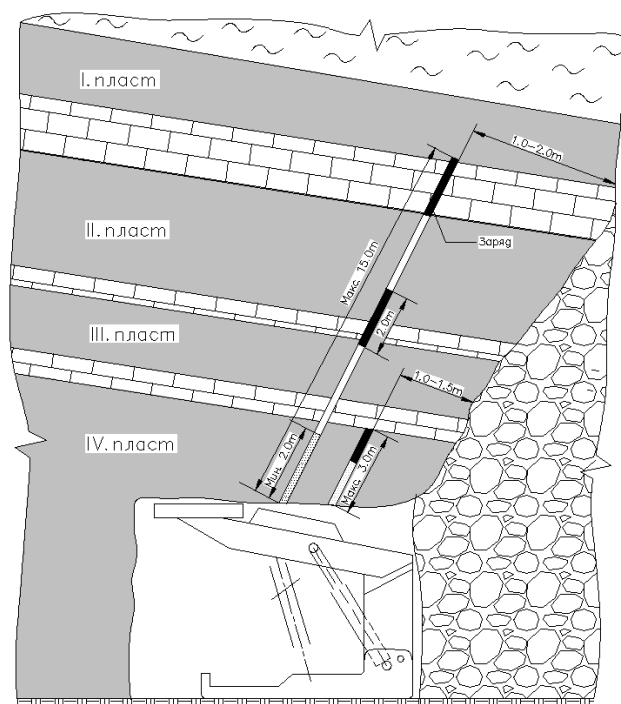
A 6/a és 6/b ábrákon láthatók a robbantótöltetek jellegzetes sémái a főteszén lerobbantásához és aprításához egy vastag (6m) ill. több széntelep esetén, hogy le lehessen omlasztani a lenyitható csapoló nyilasokon.

A megoldás – a főteszén vastagság növekedése esetében, meg kell növelni a robbantólyukak hosszát – *nem megfelelő*, mert a robbantandó és omlasztandó főtét (szén és közkövek) össze kell egyeztetni a fúrógépekkel és a robbantólyuk átmérővel, hogy lehessen optimális eredményt elérni.

Egyértelmű, hogy a kézben tartott forgatva fúró gépekkel (Böhler, Turmag) (max. 42 mm) nem lehet hatásosan fúrni ferdén 6-8 m-nél hosszabb robbantólyukakat (mészkőpad esetén lehetetlen). Az ütve fúró kézi gépekkel (Flottman) is idő és munkaerő pocsékolás a szükséges, több mint 15 m hosszú robbantólyuk kifűrése.

A robbantási munkákat a robbantandó anyag minősége szerint kell tervezni. A robbanóanyag fajlagos felhasználása más szén, mészkő vagy márga esetén. Ha az omlasztandó rétegben szénen kívül jelen van más anyag is, a szénre tervezett RTE nem biztosítja az optimális aprítást. Kötelezően figyelembe kell venni közkövek és a főtemárga szilárdságát. Nem megfelelő tervezés esetén a mészkőpadok nem aprózodnak megfelelően és nem lehet leomlasztani a csapoló nyíláson keresztül, ami újabb robbantási tevékenységet tesz szükségessé, növeli a termelési költségeket és a baleset lehetőségét.

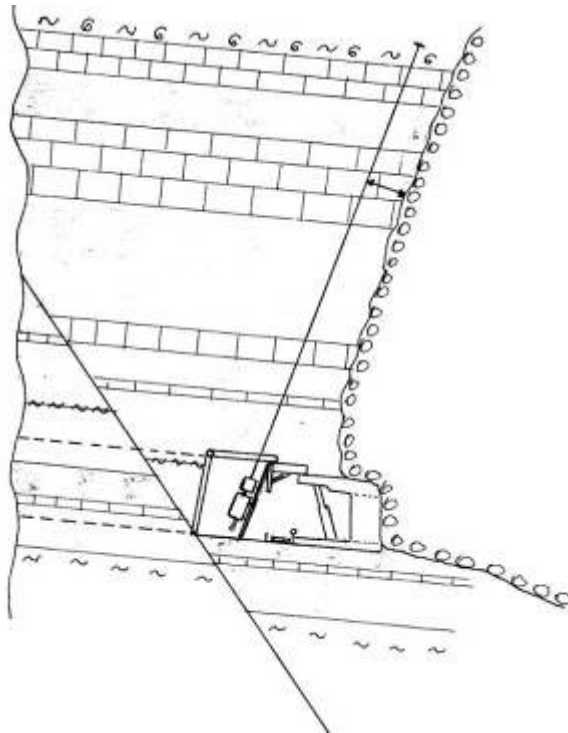
Természetesen, az RTE- nek biztosítani kell a magas fedő omlasztását is.



6/b ábra

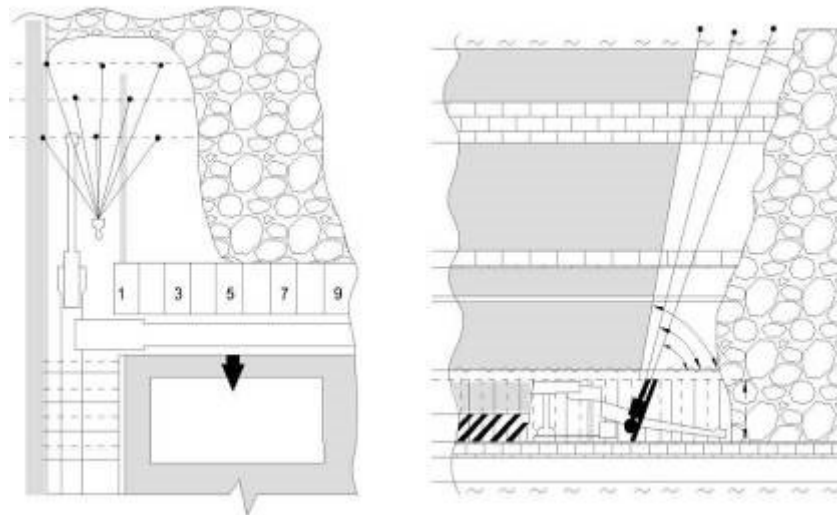
A fenti elvárások teljesítésére az új RTE szerint:

- A főteszén omlasztás miatt tervezett fúrási munkát gépesíteni kell, a robbantólyuk átmérőjét növelni kell – így több robbanóanyagot lehet bele tölteni.
- A fúrási munkát a fejtési homlok előtt, fülkéből kell végezni, így nem akadályozza a termelést, ill. a fúrás épp összletben halad. A kutató fúrás alapján meg lehet állapítani a majdani robbantólyukak számát és hosszát, mivel tudjuk, milyen rétegeket kell jövesztetni. Ennek függvényében meg lehet tervezni a megfelelő robbanóanyag mennyiséget is – szénben, mészkőben, márgában, hogy optimális robbanóanyag felhasználással megfelelő aprítást érjünk el.
- Az RTE lehetőséget biztosít, hogy a teljes főteösszletet lehessen egyszerre felrobbantani. Ahhoz a fülkéből legyező szerűen, szükség esetén több síkban meg kell fúrni a főteösszletet. (7. ábra)



7. ábra

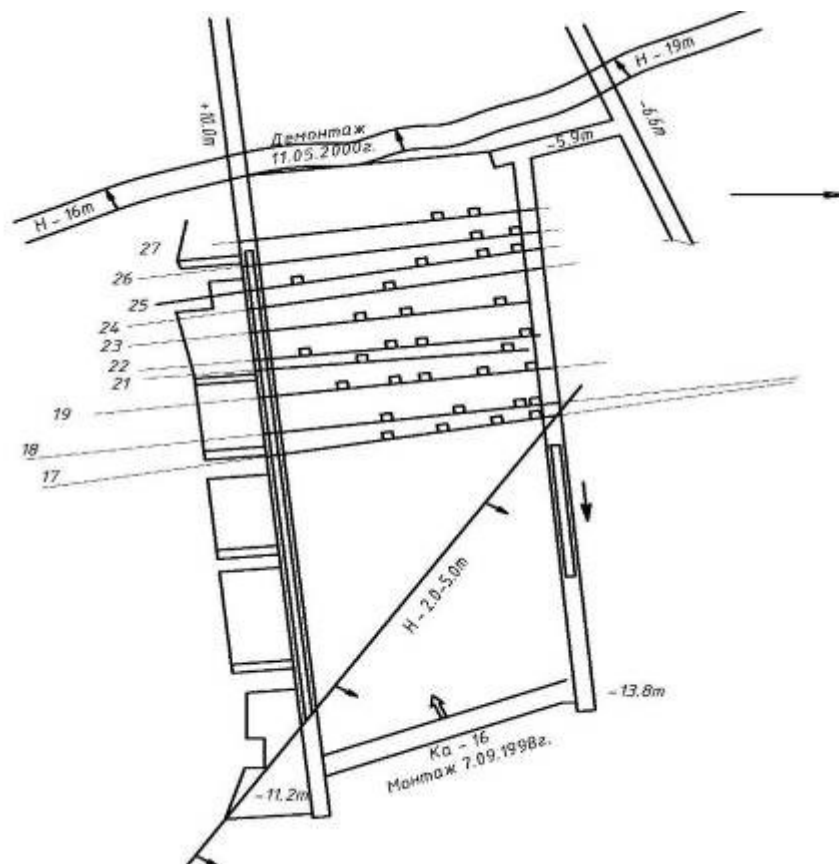
- A fúrófülkéket folyamatosan kell telepíteni a frontholmok megfelelő pontjaira, hogy a főteösszletet le lehessen robbantani és omlasztani teljesen, ezzel megelőzve a szén veszteséget és annak hiányában az öngyulladást.
- Annak érdekében, hogy elkerüljük a fedő „megtámasztását” a fejtés két végén a kereszteződések mögött szintén kell robbantási munkákat végezni és a készletet omlasztani. (8. ábra)



8. ábra

Az RTE kísérleti eredményei

1998.09.07. és 2000.05.11. között a Ka-16 azonosítás számú fejtés üzemeltetése során kísérleti jelleggel a Lencsehegyi bányáüzembe bevezetésre került az új RTE. 1999.08.17 és 2000.04.09. között 33 alkalommal a fejtési homlok előtti fülkéből fűrt hosszú, nagy átmérőjű robbantólyukakkal (65 mm) végeztünk sikeres robbantásokat. A 9. ábrán láthatók a fejtés kifutása közben készített hosszirányú szelvényeken a fűrófülkék helyeit.

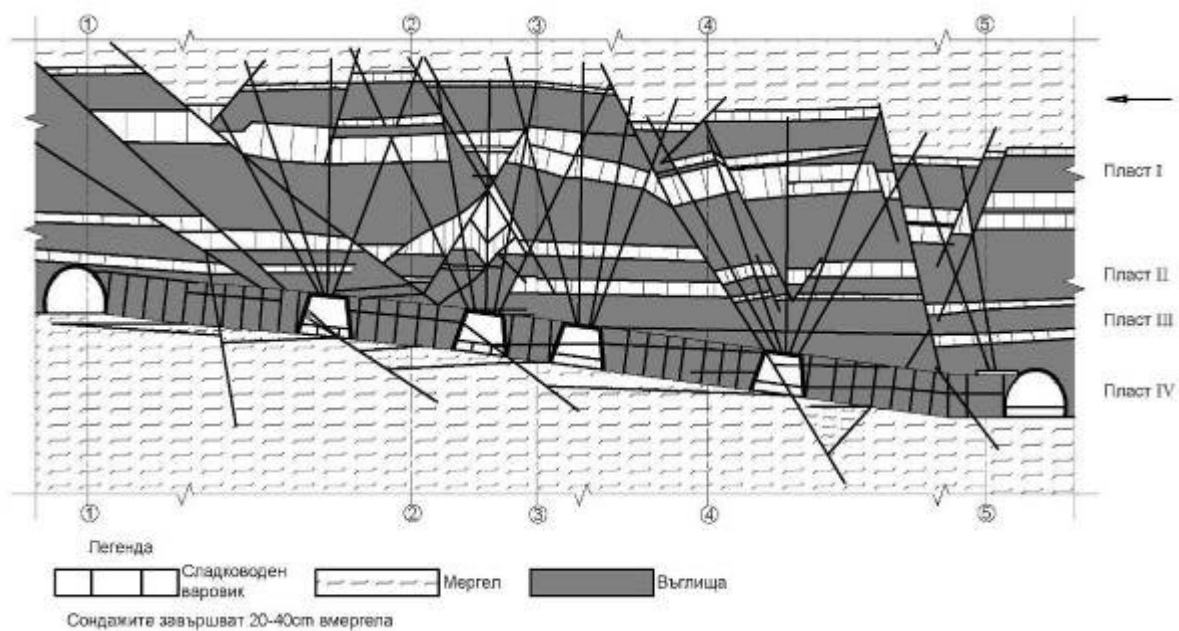


9. ábra

Az előfordulás ezen a helyén a megjelölt vetők között ($H \approx 2-5$ m és $H \approx 15-16$ m) a telepöszlet lényegesen eltér a mező többi részétől. Az. I. telep fölött a fedő márga alatt 1,0-1,7 m vastag kemény édesvízi mészkő helyezkedik el. Az I. telep átlagos vastagsága, ami máshol 2,7 – 3,0 m között változik itt 1,9 – 2,1 m. II. telep, amely átlagban 5,2 -7,2 m között változik itt lokálisan 4,8 – 5,0 m. II. és III. telep közötti pad, ami máshol 1,4 -2,2 m vastag itt 2,9 – 3,8 között változik (ebből 0,5 -0,7 m szénésíkok). Azon kívül az édesvízi mészkőpad a III. és IV. telep között (átlagos vastagság 0,4 -0,9 m) itt 1,4 -1,9 m vastag.

Minden fúrásról készült részletes dokumentáció, amely tartalmazza a fülke helyét, a fejtés hosszanti szelvényét, a fúrás irányát (jobb-bal), dőlését, hosszát és azon belül a fúrt kőzetet (szén, mészkő, márga, omladék), a robbantás dátumát. A fúrási munkát NKR-100 géppel végeztük el.

A 10. ábrán látható egy hosszirányú metszet, ahol 4 fülkéből és a légvágati kereszteződésben történtek provokáló robbantások. A fúrások 0,20 -0,40 m hosszban a fedő márgába hatoltak.



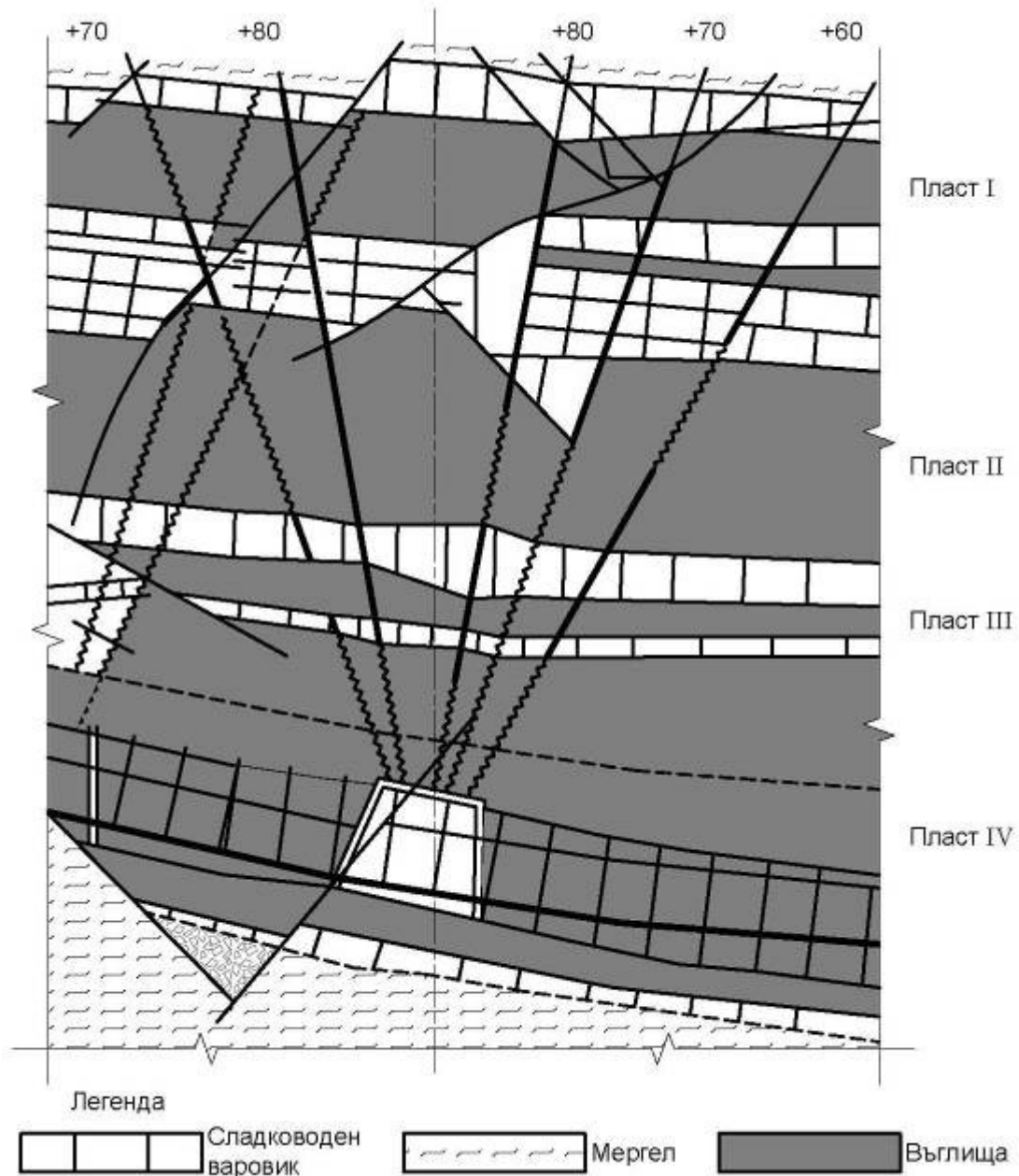
10. ábra

A 11. ábrán látható a töltetek és fojtások elhelyezkedése egy robbantásnál a robbantandó anyag függvényében.

A kísérleti eredmények elemzéséből a következőket állapítottuk meg:

- Az RTE hatásosnak bizonyult több széntelep tartalmazó összlet robbantására és annak lecsapolására.
- Tervezéskor igyekezni kell lefedni az egész homlokot. A sok vető pozitív tényezőként jelentkeznek.

- Rendszeresen kell provokálni az összletet a fejtés két végén, a kísérleti időszak alatt a légvágati kereszteződésben 7 alkalommal robbantottunk és 0,4 -0,6 m/d haladási sebesség mellett sem jelentkezett öngyulladás.



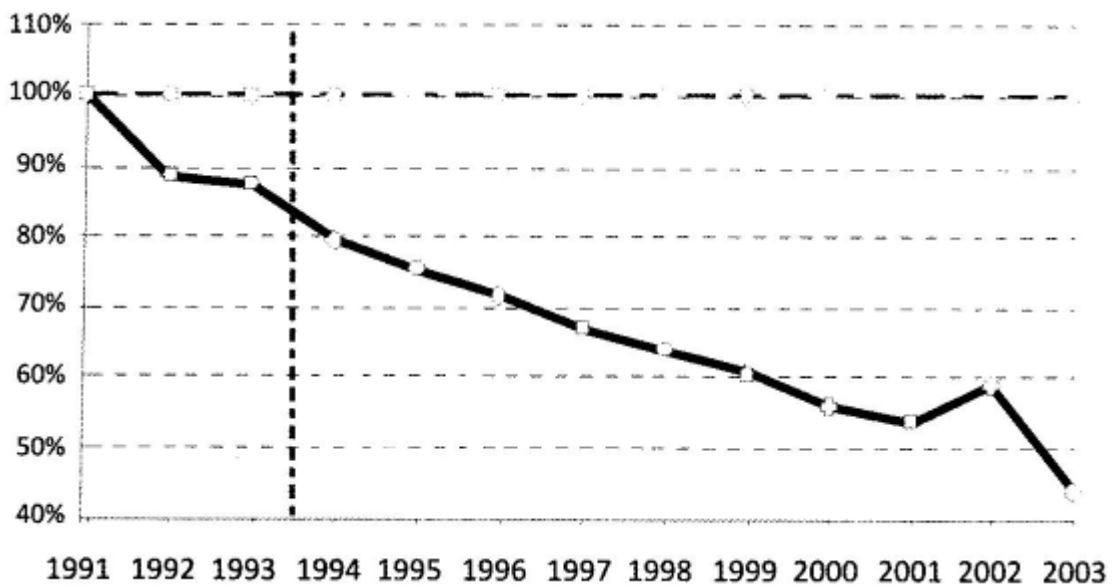
11.ábra

- A dokumentált adatokból egyértelmű, hogy kézi fúrógéppel képtelenség ebben az összletben kifúrni a robbantólyukakat. Az NKR fúró gép szintén nagy méretű, nehéz mozgatni, szerencsés lenne alkalmazni kisebb méretű, 25-30 m fúrására alkalmas gépet.
- A robbanóanyag elhelyezése előzetesen áttöltényezett 2 m hosszú, 50 mm átmérőjű csövekben történik a fúrások után készült robbantási terv alapján. A fúrási szelvény alapján a márgába, az mészkőbe és a szénbe a szükséges fajlagos robbanóanyag mennyiségek kerültek.

Ahol kevesebb robbanóanyag szükséges, ott fojtással töltött csövek kerülnek beépítésre. Töltés befejeztével a fojtást ki kell ékelni, ezzel megakadályozva az elmozdulást. Minden csőtöltetett 2 db. villamos gyutaccsal került iniciálásra. A szénporrobbanás veszély miatt pillanathatású gyutacsok kerültek alkalmazásra.

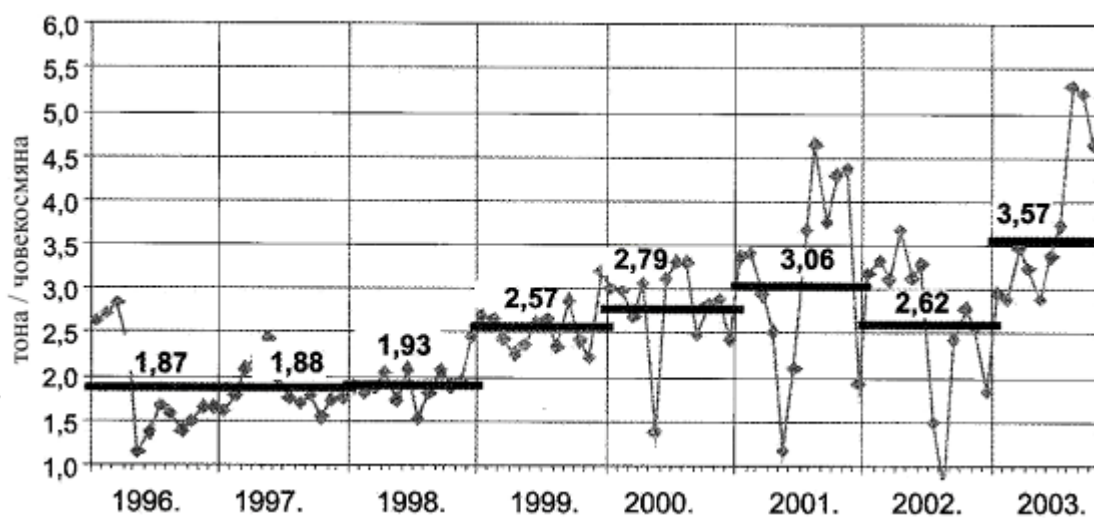
Az RTE váltással elért eredmények

Az elért eredményeket a kitermelt szén önköltsége és a termelékenység változása mutatja. A 12. ábra látható az önköltség változása infláció nélkül. Ha az 1991. önköltséget 100 %-nak tekintjük, lassan csökken és 2003-ban 42%.



12. ábra

A. 13. ábra a termelékenység változását mutatja 1996 és 2003 között. Az új technológia bevezetésével (2000-2003) a termelékenység 2,79 t/mű-ről 3,06 t/mű-ra nőtt.



13. ábra

DRILLING AND BLASTING OF THE VITUKI HEADQUARTERS ON THE CONSTRUCTION SITE OF THE ATHLETICS STADIUM IN BUDAPEST

A VITUKI SZÉKHÁZ FÚRÁSA ÉS ROBBANTÁSA A BUDAPESTI ATLÉTIKAI STADION ÉPÍTÉSI TERÜLETÉN

Dr. FÖLDESI János¹³⁰, SKUBLICS Gábor¹³¹

Abstract

The renovation of the former VITUKI headquarters was not recommended by the structural engineers, so the reinforced concrete building on the site of the stadium for the World Athletics Championships in Budapest was condemned for demolition. The companies building the stadium decided that the building should be demolished by blasting. The demolition of the building was entrusted to DETONET Ltd. Due to the short deadline and the dimensions of the reinforced concrete supporting columns, the drilling of part of the blast holes was carried out by Skublics and Partners Ltd. Due to the construction works in the area, the former VITUKI headquarters could only be tilted in one direction, NE.

Keywords: demolition, drilling, tilting.

Összegzés

A volt VITUKI székház felújítását az építész statikusok nem javasolták, ezért a Budapesten rendezendő atlétikai világbajnokságra épülő stadion területén lévő vasbeton épületet lebontásra ítélték. A stadion építését végző cégek úgy döntöttek, hogy az épületet robbantással le kell dönteni. Az épület robbantásos döntésével a DETONET Kft.-t bízták meg. A rövid határidő és a vasbeton tartó oszlopok méretei alapján a robbantólukak egy részének fúrását a Skublics és Társa Kft. végezte. A területen végzett építkezések miatt a volt VITUKI székházat csak egy irányba, ÉK felé lehetett dönteni.

Kulcsszavak: építménybontás, fúrás, építménydöntés.

BEVEZETÉS

A volt VITUKI székház felújítását az építész statikusok nem javasolták, ezért a Budapesten rendezendő atlétikai világbajnokságra épülő stadion területén lévő vasbeton épületet lebontásra ítélték. A stadion építését végző cégek úgy döntöttek, hogy az épületet robbantással le kell dönteni. Az épület robbantásos döntésével a DETONET Kft.-t bízták meg. A rövid határidő és a vasbeton tartó oszlopok méretei alapján a robbantólukak egy részének fúrását a Skublics és Társa Kft. végezte. A területen végzett építkezések miatt a volt VITUKI székházat csak egy irányba, ÉK felé lehetett dönteni

1. A bontandó építmény jellemzői

Az építmény méretei:

- emeletek száma: 15,
- bontandó épület párkánymagassága: 57,77 m,
 - szélessége: 20 m, hossza: 22 m,

¹³⁰ Detonet Kft. ügyvezető igazgató. Nyugállományú egyetemi docens, a műszaki tudomány kandidátusa. E-mail: detonet@detonet.hu.

¹³¹ Skublics és Társa Kft. ügyvezető igazgató. E-mail: office@skublics.hu.

- az épület közepén lévő vasbeton lépcsőház és kiszolgáló helyiségek mérete:
6,0 m x 7,5 m
- földszinti alapterület: 421 m².

Robbantott tartószerkezetek méretei:

- liftaknánál a falak vastagsága: 0,10 m és 0,30 m,
- tartó oszlopok vastagsága: 0,26 melyből felületi műkö: 0,06 m,
 - szélessége: 0,85 m...1,05 m,
 - magassága: földszinten: 3,32 m, I. emeleten: 3,15 m,
- lépcsőháznál a falvastagság: 0,20 m és 0,45 m,
- belső magnál, a kiszolgálóhelyiségeknél a falvastagság: 0,20 m,
- a menekülő lépcsőháznál a falvastagság: 0,15 m vasbeton és 0,15 m válaszfal téglá,
- vasbeton födémek vastagsága: 0,27 m.

A védendő objektumok:

- Kvassay híd, Kvassay zsilip, Kvassay út, HÉV vasút, védendő fák, villamos kábel, szennyvíz csatornák.

A tartószerkezetek erősen vasaltak voltak. Például a liftakna É-i és K-i, 0,1 m-es falait nem lehetett megfúrni a sűrű vasalás miatt. Azokat géppel és kézzel kellett elvésni (1. fénykép).



1.kép A liftakna 0,1 m vastag falainak vasalása

2. A roncsolási sáv geometriája

Statikai vizsgálatok alapján épület eldöntéséhez szükséges roncsolási sávokat a földszinten és az I. emeleten alakítottuk ki. Az épület földszinti alaprajza az 1. ábrán látható.

A fűrókocsi a tartó oszlopok hosszú robbantólyukait, az épület, a lépcsőház és liftakna Ny-i falait fúrta. A földszinti födém, a belső mag É-i, K-i, Ny-i és D-i és a menekülő lépcsőház, É-i, K-i, Ny-i és D-i, vékony falainak fúrása kézzel történt. Ezeknél az épületelemeknél a robbantólyukak hossza: 0,14m...0,17 m között változott (2. fénykép). A tartó oszlopokba és falakba lefűrt robbantólyukak száma 2109 db volt.



2. kép Jellemző lyuktelepítés a vékony falaknál

Megjegyzés:

- A lyuktelepítési raszter a vékony falaknál: 0,2 m x 0,2 m volt.

3. Felhasznált robbanóanyagok

- Tartó oszlopoknál: Emulex C 25 1000/500, összesen: 116 kg, $d_{ra} = 21 \text{ mm}$,
- I. emeleti födémnél: Semtex 1A,
- Külső tartó falaknál, lépcsőháznál és liftaknánál: Semtex 1A, $d_{ra} = 25 \text{ mm}$,
- Belső, vékony falaknál: Semtex 1A, összesen: 94 kg,
- Indetshock 500 ms gyutacs: 2109 db,
- Külső késleltető kapcsoló: 350 db, melyből
 - 325 db 0 ms-os,
 - 20 db 9 ms-os és
 - 5 db 100 ms-os,
- 50 m vezetékhosszúságú NONEL indító gyutacs: 2 db,
- NONEL toldó vezeték: 250 m,

ahol: d_{ra} – az alkalmazott robbanóanyagok átmérője, mm.

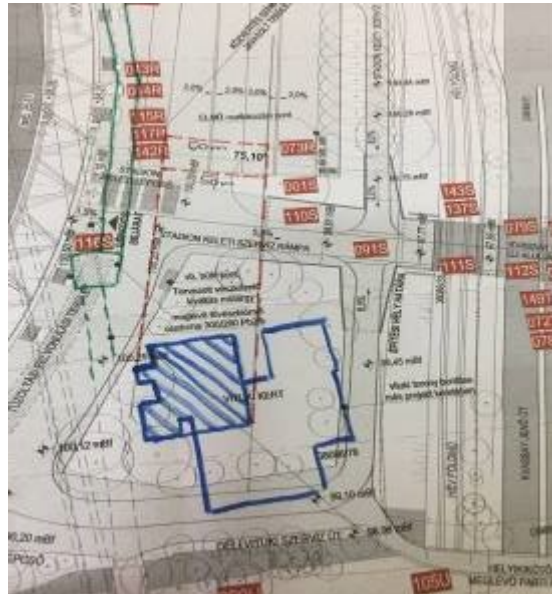
4. Megrendelői kérés:

Az ú.n. yészkiömlő vasbeton szerkezeteit (3. ábrán zöld színnel jelzett) a robbantásos bon-tással egyidőben építették, amelyre az épületet nem lehetett rádönteni. Ezért azt kérték, hogy az épület

az É-i iránytól ÉK-i irányban a 3. ábrán, piros színnel jelzett helyre dőljön. A kívánt irány tartása érdekében a K-i tartóoszlopokat magasabban fűrtük meg, mint az épület Ny-i felén lévő falakat.

A kívánt dőlési irány érdekében a késleltetési rendszert a 4. ábrán látható. A K-i tartó oszlopok 72 ms alatt roncsolódtak, a lépcsőház falai 209ms-nál és a liftakna falai 309 ms-nál robbantak.

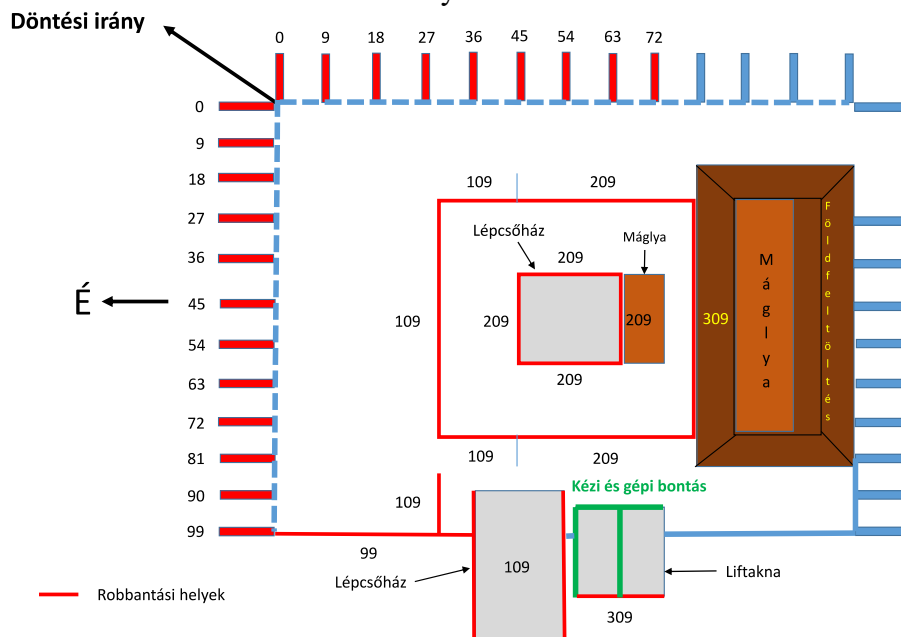
Segítette az épület kívánt helyre döntését az is, hogy a K-i és É-i irányban a liftakna falai géppel, illetve kézzel előzetesen elbontásra került. A lépcsőháznál K-i irányban nem volt tartófal.



3. ábra Az épület tervezett dőlési helye

Megjegyzés: ————— : védendő építmény,

----- kívánt döntési hely.



4. ábra Az épületelemek robbanási ideje

5. A robbantást megelőző építési, kézi és gépi bontási munkák

Építési munkák:

Annak érdekében, hogy az épület ne üljön vissza a 4.a. fényképen látható földsánc és keményfa máglyás megtámasztás készült az épület D-i oldalánál.



4.kép

Földsánc + keményfa pillérsor az épület D-i oldalán és keményfa pillér a kiszolgáló helységek és menekülő lépcsőház között

Keményfa pillér épült a menekülő lépcsőház és a kiszolgáló épületrész D-i falai közé is (4.b. fénykép). Annak érdekében, hogy a tartóoszlopokat és falakat megfelelő magasságban meg lehessen fúrni a fúrókocsi részére rámpák és sáncok megépítésére volt szükség az épület É-i, K-i és Ny-i oldalán is, mert a robbantólyukak talajszinttől mért távolsága 6 m fölött volt.

Építési munkákhoz tartozott a repeszvédelem kiépítése is, amelyet többrétegű, 500 gr/m²-es geotextíliából és dróthálóból készült. A megrendelők a becsapódás és az építési területekre 2,0...2,5 m magas földsáncot építettek.

Kézi és gépi bontási munkák

- az épület D-i oldalát kivéve a földszinti és I. emeleti, alumínium keretes nyílás-zárók kibontása géppel és kézzel,
- földszinten a menekülő lépcsőház és kiszolgáló épületrészben lévő, téglaközfalak kézi elbontása,
- az épület K-i oldalán a kapcsolódó épületek vasbeton födémeinek gépi bontása,
- a menekülő lépcsőháznál a 0,15 m vastag téglafalak kézi bontása,
- a liftaknánál az É-i és K-i 0,1 ... 0,30 m-es falrészek gépi bontása,
- a liftaknánál a K-i és a két liftakna közötti, É-i 0,1 m vastag, erősen vasalt falak kézi bontása.

6. Összefoglalás

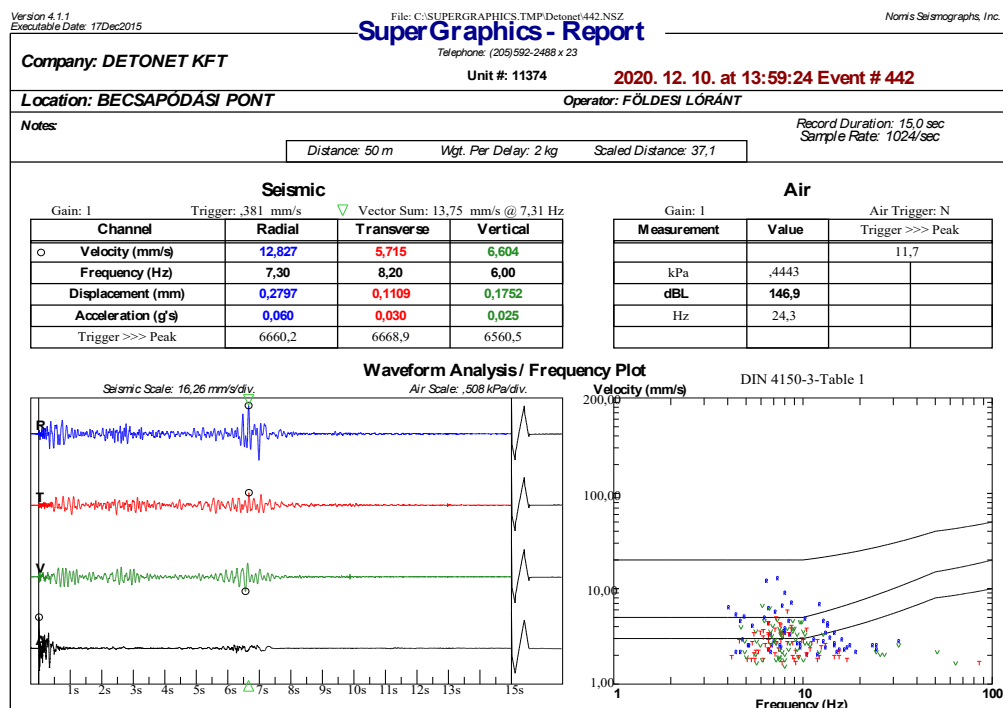
Az elvégzett statikai vizsgálatoknak megfelelően kialakított roncsolási sávok, a megépített támasztékok és a jól megválasztott NONEL késleltetési rendszernek megfelelően az épület oda dőlt, ahová a megrendelők kérték és így a már megépített objektumok nem sérültek.

A robbantás során a túltöltés ellenére anyagi kár és személyi sérülés nem történt. (A túltöltésnek az volt a célja, hogy a betonvasak között ne maradjon beton). A túltöltés ellenére a kijelölt szeizmikus és léglökés mérési pontokon (5. ábra) a vibrációs és léglökési szint a megengedett érték alatt maradt (lásd 1. táblázat). A biztonságos robbantási munkát segítette az is, hogy a fővállalkozók az elkészített robbantási protokoll szerint jártak el és a rendőrség tökéletesen végezte a forgalmas, Kvassay út lezárását.

Mérés helye	Rezgési sebesség komponens, mm/s		Rövid idejű zaj és léglökés		
	Mért	Megengedett	Zaj (dB _A)	Légnyomás, kPa	
				Mért	Megengedett
Kvassay zsilip	5,969	20	146,2	0,4076	0,7000
Becsapódási pont	12,827	50	147,8	0,4443	
Kvassay híd pesti hídfő	6,35		138,9	0,1759	
Kvassay híd csepeli hídfő	1,170		146,9	0,4935	

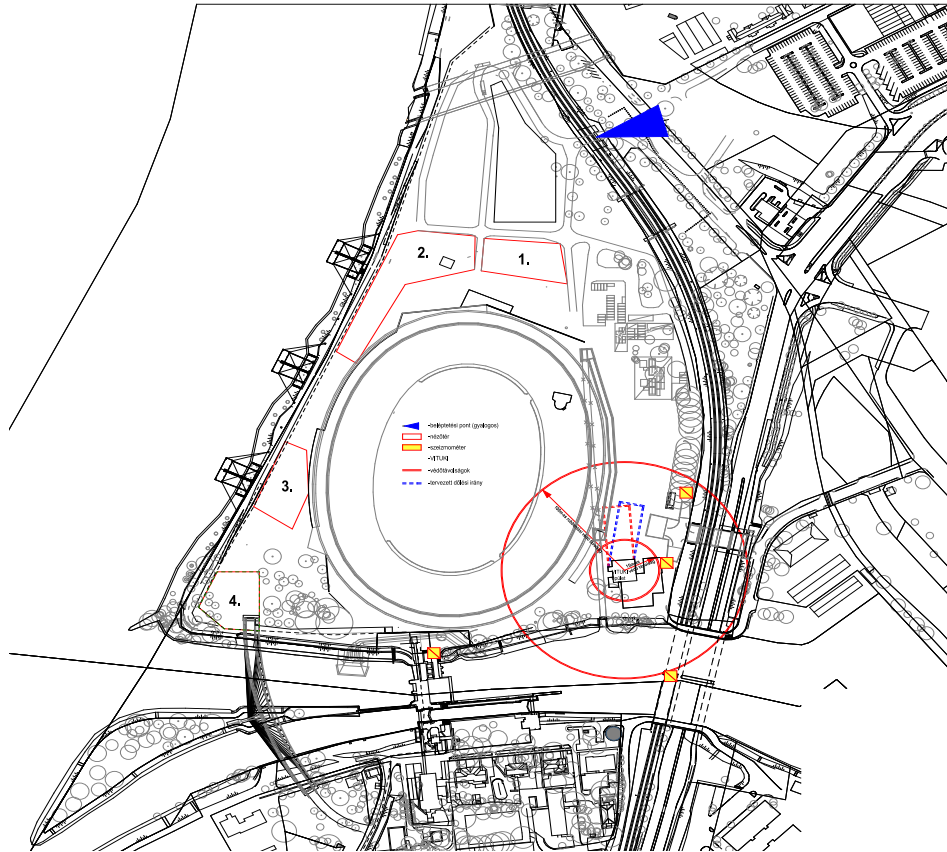
1. táblázat Mért rezgési sebességek és légnyomások a VITUKI székház robbantásánál

A maximális rezgési sebesség komponenst a becsapódási ponton keletkezett. Az épület becsapódása nagyobb rezgést keltett, mint a robbantás. Ez jól látható a szeizmogramon.



5. ábra A becsapódási ponton regisztrált szeizmogram

A robbantástól 300 m-re kialakított nézőtéren (A 6. ábrán 1. és 2., zöld színnel jelzett terület) elhelyezkedők egy nagyon sikeres épületrobbantás szemtanúi lehettek. A lerobbantott épület a 5. fényképeken látható.



6.ábra Szeizmométerek elhelyezése



5.kép Az épület romjai a megrendelők által kért helyen



6. kép Az épület döntési irányval ellentétes oldala

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DR. JANOSITZ János: Robbantási terv a VITUKI irodaház robbantással történő eldöntéséhez, Miskolc, 2020. október 30.
- [2] DR. FÖLDESI János: Műszaki leírás a volt VITUKI székház robbantásos döntéséhez. Miskolc, 2020. november 11.
- [3] Robbanóanyag felhasználási engedély. Pestmegyei Kormányhivatal Bányászati Osztály 2020.11.29.
- [4] SKUBLICS Gábor: Gépi fúrás a VITUKI székháznál.

IS IT WORTH USING MODERN DEMOLITION EQUIPMENT AND MATERIALS?

MEGÉRI-E KORSZERŰ ROBBANTÁSTECHNIKAI ESZKÖZÖKET ÉS ANYAGOKAT HASZNÁLNI?

Dr. FÖLDESI János¹³²

Abstract

Many companies marketing blasting materials find that in our domestic quarries they do not carry out a complex cost analysis of how much of the unit production cost (Ft/t or Ft/m³) of a given end product is the cost of drilling and blasting. When requesting a quotation, the only unit prices they are interested in are for explosives and fuses. Examples are given to demonstrate that the use of modern, expensive equipment and explosives reduces unit costs. In addition to reducing unit costs, the use of the latest explosives and equipment improves safety in blasting operations, energy consumption, maintenance of machinery, environmental protection and work culture.

Keywords: cost, efficiency, cost analysis.

Összegzés

Robbantóanyagokat forgalmazó cégek sok esetben tapasztalják, hogy hazai kőbányáinkban nem végeznek komplex költségelemzést arra vonatkozóan, hogy egy adott végtermék fajlagos előállítási költségének (Ft/t, vagy Ft/m³) hány %-a a fúrás és robbantás költsége. Árajánlat kérések alkalmával egyedül a robbanóanyagok és gyutacsok egységárai iránt érdeklődnek. Példákkal kívánjuk igazolni, hogy a korszerű, drága eszközök és robbanóanyagok használata a fajlagos költségeket csökkenti. A fajlagos költségek csökkentése mellett a legújabb fejlesztésű robbanóanyagokkal és eszközökkel a robbantási munkák biztonsága, az energiafelhasználás, gépi eszközök karbantartása, a környezet védelme és a munkakultúra is javul.

Kulcsszavak: költségek, hatékonyság, költségelemzés.

BEVEZETÉS

Robbantóanyagokat forgalmazó cégek sok esetben tapasztalják, hogy hazai kőbányáinkban nem végeznek komplex költségelemzést arra vonatkozóan, hogy egy adott végtermék fajlagos előállítási költségének (Ft/t, vagy Ft/m³) hány %-a a fúrás és robbantás költsége.

Árajánlat kérések alkalmával egyedül a robbanóanyagok és gyutacsok egységárai iránt érdeklődnek. Példákkal kívánjuk igazolni, hogy a korszerű, drága eszközök és robbanóanyagok használata a fajlagos költségeket csökkenti.

A fajlagos költségek csökkentése mellett a legújabb fejlesztésű robbanóanyagokkal és eszközökkel a robbantási munkák biztonsága, az energiafelhasználás, gépi eszközök karbantartása, a környezet védelme és a munkakultúra is javul.

Nagyfűrőlyukas robbantások költségei

Nemzetközi adatok szerint a nagyfűrőlyukas robbantások átlagos költségeinek %-os megoszlása az 1. táblázatban látható.

¹³² Detonet Kft. ügyvezető igazgató. Nyugállományú egyetemi docens, a műszaki tudomány kandidátusa.
E-mail: detonet@detonet.hu.

Költség helyek	Költségek %-a
Fúrás	10
Robbantás	11
Másodlagos közetaprítás	1
Gépi törés	33
Rakodás	15
Szállítás	30

1. táblázat Költségek átlagos megoszlása nagyfűrőlyukas robbantásoknál

A nagyfűrőlyukas robbantások tényleges költsége az alábbi összefüggéssel határozható meg:

$$K = K_f + K_{gy} + K_{ra} + K_{sz} + K_{rak} + K_{gt} + K_{kiv} + K_{bat} + K_{kar} + K_{mér} + K_{komp. + sziv} + K_{vz}$$

ahol:

K_f – fúrási költségek, Ft,

K_{gy} – gyutacsok ára, Ft,

K_{ra} – robbanóanyag ára, Ft,

K_{sz} – szállítási költségek, Ft,

A szállítási költségek az alábbi költségtételekből állnak:

K_{rszem} – robbantó személyzet szállítási költsége, Ft,

K_{szgy} – gyutacsok szállítási költsége, Ft,

K_{szrobb} – robbanóanyagok szállítási költsége, Ft,

K_{jsz} – jövesztett anyag bányabeli szállítási költsége, Ft,

$K_{komp. + sziv.}$ – vizes robbantólyukak esetén a kompresszor, szivattyú és tömlők szállítási költsége, Ft,

K_{rak} – a jövesztett közet rakodási költsége, Ft,

K_{gt} – a gépi törés költsége, Ft,

K_{kiv} – a robbantás kivitelezési költsége, Ft,

K_{bat} – méreten felüli közettömbök aprítási költsége, Ft,

K_{kar} – gépek karbantartási költsége, Ft,

$K_{mér}$ – szeizmikus, léglökési, bányafal szkenelés, lyukferdeség stb. mérési költségei, Ft,

K_{vz} – vizes robbantólyukak esetén a víztelenítési költség, Ft.

A fentiek alapján egyértelmű, hogy a nagyfűrőlyukas robbantások gazdaságosságának megítélése, például a robbantóanyagok (gyutacs és robbanóanyag) egységárainak kiragadásával nem lehetséges. A korszerű robbantóanyagok alkalmazásától nagymértékben függnék a fenti összefüggés egyéb költség összetevőinek értékei is. Ez azt jelenti, hogy minden esetben a

nagyfűrőlyukas robbantásoknál is a fajlagos költségeket kell elemezni akkor, ha tiszta képet akarunk kapni a tényleges költségekről. A fajlagos költségek meghatározására az alábbi összefüggés szolgál:

$$k_{rj} = \frac{K}{V\rho_{köz}}, \quad Ft/t,$$

ahol:

k_{rj} – a robbantásos közetjövészttel előállított termék fajlagos költsége, Ft/t,

K- a közetjövésztt, rakodás, szállítás stb. költsége, Ft,

V – a robbantással jövészttett közet térfogata, m³,

$\rho_{köz}$ – a közet sűrűsége, t/m³.

A 2. táblázatban látható, hogy amennyiben például a fúrési költségektől eltekintünk, akkor a keverő - töltő kocsinak használata gazdaságtalan. Amennyiben a fúrési költségeket is figyelembe vesszük, akkor a korszerű robbantóanyagok és gépi technika használata a fajlagos költségeket csökkenti. Ebben az esetben egyéb költségekről nem is szoltunk.

Műszaki és gazdasági mutatók	Töltényezett, vízálló robbanóanyag + ANDO prill kézi töltés	Ömlesztett Heavy ANFO (Hydromite70) gépi töltés
Andó prill felhasználás (%)	28,80	30
Emulzió felhasználás (%)	71,20	70
Emulzió/ANDO arány	2,4718	2,333
Víztelenítési költség (Ft)	+ X	0,00
Egy robbantólyukba töltött robbanóanyag (kg)	180	240
Fajlagos robbanóanyag felhasználás (kg/t)	0,166	0,167
Geometria illesztés ($\eta_g = d_{ra} / d_{ly}$) tényezője (%)	68 *	100 * *
Munkaterület, W x E (m ²)	18,00	24,3
Élőmunka felhasználás (fő)	8	3
Gyutacs felhasználás (db/t)	2,28x10 ⁻³	1,63x10 ⁻³
Gyutacs típusa	villamos	elektronikus
Gyutacs egységára Ft/db	2000	6000
Fajlagos robbantási költség, fúrás nélkül (Ft/t)	61,00	66,44
Fajlagos fúrési költség (Ft/t)	30,40	21,03
Fajlagos robbantási és fúrési költség (Ft/t)	91,40	87,473
Fúrési és robbantási költségek % - a	100,0	95,7

2. táblázat Töltényezett és ömlesztett vízálló robbanóanyagokkal végzett robbantások műszaki és gazdasági összehasonlítása egy magyarországi kőbányában

- * töltényezett, vízálló robbanóanyag: ($d_{ra} = 70$ mm, $d_{ly} = 107...108$ mm),
és víznívó felett ANDO prill: ($d_{ra} = 107...108$ mm, $d_{ly} = 107...108$ mm),
- * * Hydromite 70 (Heavy ANFO), ömlesztett, vízálló robbanóanyag,
($d_{ra} = 107...108$ mm, $d_{ly} = 107...108$ mm).

Előtörők teljesítménye

A 3. és 4. táblázatban az előtörők teljesítménye látható. A 3. táblázatban száraz robbantó-lyukak esetén a mobil előtörő teljesítménye közötti különbség és a másodlagos aprítás %-át szemléltetjük nonel és elektronikus gyutacsok használatánál. Az adott esetben a robbantó-lyukak munkaterülete azonos volt.

Jellemzők	Iniciálási rendszer	
	Nonel	Elektronikus
Robbantott közet tömege (t)	31.083,43	32.193,00 és 22.210,71
Lyuksoron belül a lyukak közötti késleltetési idő (ms)	17	16
Felhasznált ANDO típusú robbanóanyag	Austinite	Austinite
Robbantólyukak állapota	szárazak	
Munkaterület, m ²	3,6 x 3,8	3,6 x 3,8
Másodlagos aprítás %-a	3	0
Mobil előtörő teljesítménye (t/h)	180	206 és 196
Geometriai illesztési tényező, (d_{ra}/d_{ly})	1,00	1,00
Robbantólyuk névleges átmérője (mm)	105	105

3. táblázat Előtörő teljesítménye és a másodlagos aprítás %-a nonel és elektronikus gyutacsok használatakor
(Calmit Kft. Lábatlan 2019)

A 4. táblázatban jól látható, hogy vizes robbantólyukak esetén milyen nagy az előtörő teljesítménye keverő-töltő kocsi és elektronikus gyutacsok használatánál. Az előtörő elméleti és terhelt teljesítménye gyakorlatilag azonos. A 4. táblázat adatai alapján az előtörő tényleges teljesítménye a korszerű eszközök és anyagok használata esetén **173,12 t/h**-val nagyobb.

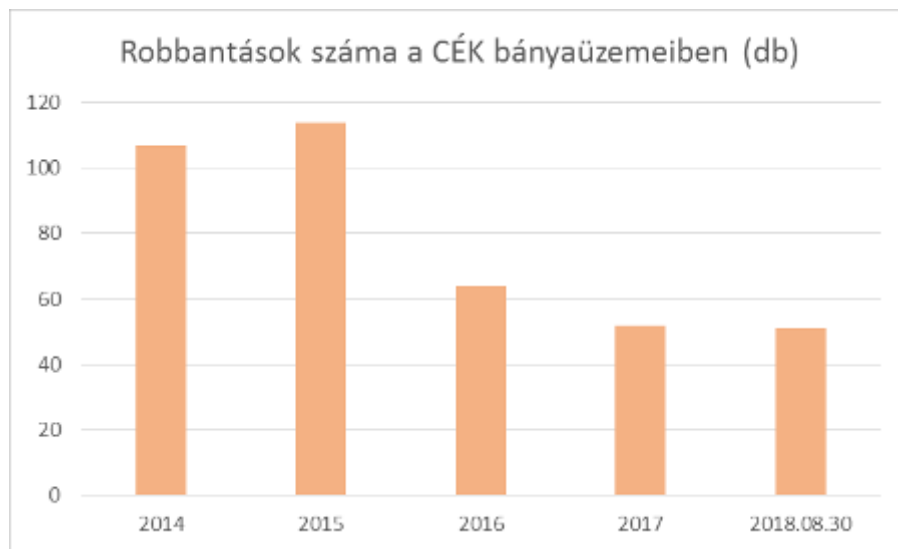
Jellemzők	Hydromit 70 (70% emulzió + 30 % ANDO) gépi töltése	Töltényezett emulzió + ömlesztett ANDO prill kézi töltése
Robbantólyukak állapota	vizesek	
Előtörő tényleges teljesítménye (t/h)	683,11	509,99
Előtörő elméleti teljesítménye (t/h)	750,00	750,00
Előtörő terhelt teljesítménye (t/h)	747,91	610,60
Robbantólyuk névleges átmérője (mm)	105	105
Robbantólyukak tényleges átmérője (mm)	107...108	107...108
Geometriai illesztési tényező, (d_{ra}/d_{ly})	1,00	0,69
Iniciálási mód	elektronikus	villamos

4. táblázat Az előtörő teljesítménye töltényezett és ömlesztett robbanóanyag használatakor
(COLAS Északkő Kft. 2018.)

A szállítási költségek

A szállítási költségek csökkentése a korszerű eszközök és anyagok használatakor jól látható az 1. ábrán. Az 1. ábra szerint, azonos termelési volumen mellett a robbantások száma az adott cégnél 50% - kal csökkent.

Ez a tény nemcsak költség, de környezetvédelmi és biztonság-technikai szempontból is nagyon fontos. A keverő-töltő kocsival közúton nem szállítunk robbanóanyagot, nincs robbanóanyag maradvány, nem kell a robbanóanyagot csomagolni és nem kell foglalkozni az anyagok jótállási idejével sem.



1. ábra Robbantások számának csökkenése
töltő-keverő kocsi alkalmazásával
(COLAS Északkő Bányászati Kft.)

Megjegyzés: 2016-tól keverő-töltő kocsi használata. A robbantások száma közel 50 %-kal csökkent.

A környezetnek átadott szeizmikus energia nagysága:

$$\varepsilon_g = 4\pi^3 R^2 \rho_k C A^2 f^2 t_v \times 10^6 MJ,$$

ahol:

R - a robbantás és a megfigyelési pont közötti távolság, m,

ρ_k - a közet sűrűsége, kg/m³,

C- a közetben terjedő hang sebessége, m/s,

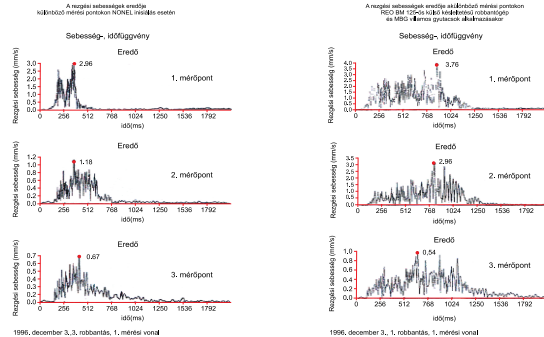
A- a rezgés amplitúdója, m,

f- a rezgés frekvenciája, Hz,

t_v -a rezgés hatóideje, s.

A környezetnek átadott energia a hatóidő nagyságával lineárisan változik. Abban az esetben, ha a rezgés időtartama nagy, akkor a védendő objektumok veszélyeztetettsége nagyobb.

A szeizmoakusztikus zavarok hatóideje közötti különbség nonel és villamosgyutacsok esetén



3.13 ábra

2. ábra Eredő rezgési sebességek időtartama a Mecseki Szénbányák Karolina külfejtésében végzett nagyfúrólyukas robbantásoknál
(Pécs, Karolina külfejtés 1996)

Rezgés jellemzők	Iniciálási mód					
	NONEL-UNIDET rendszerrel			Villamos gyutacsokkal		
	Mérési pont			Mérési pont		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Rezgési sebesség, (mm/s)	2,80	1,18	0,67	3,78	2,08	0,69
Szeizmikus zavar ideje, (ms)	512	768	1260	1260	1530	1792

5. táblázat Nonel és villamos gyutacsokkal végzett robbantás
eredő rezgési sebességei és a rezgések lecsengési ideje
(Pécs, Karolina külfejtés 1996)

A 6. táblázat adatai alapján a szeizmikus jellemzők közötti különbség nonel és elektronikus gyutacsok használata esetén is megfigyelhető.

Szeizmikus jellemzők	Elektronikus iniciálás	Nonel iniciálás
Rezgési sebesség, mm/s	0,64	0,882
Rezgések hatóideje, ms	249	459
Mérés távolsága, m	613	619

6. táblázat A rezgési sebesség és a rezgések hatóideje közötti különbség
momel és elektronikus iniciálás esetén
(Basalt Középkő Kft. Dunabogdány 2009. június 10)

Összefoglalás

A bemutatott példák alapján egyértelmű, hogy a drága, de korszerű robbantás-technikai eszközök és anyagok használata gazdaságos, biztonságos és környezetbarát. Nagyfúrólyukas robbantásoknál nem az egységár dönti el, hogy melyik termék használata gazdaságos, hanem a

fajlagos költségek komplex vizsgálata. A bemutatott példák alapján egyértelmű, hogy a nagyon drága elektronikusan programozható gyutacsokkal, és a gépi töltésű Heavy ANFO-kal lehet a legolcsóbban és legbiztonságosabban robbantani. Ezt a kijelentésünket a világ bányászata és a hazai kőbányák nagyfúrólyukas robbantásai már igazolták.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ORICA Mining Services Germany: ESSEEM Work Package Initiation Systems (2018).
- [2] KERTÉSZ Viktória, BÓHM Balázs: Robbantások elemzése a COLAS Északkő Kft. üzemében Velence, 2018. 09. 19-21.
- [3] Elektronikus és nonel iniciálási rendszer szeizmikus jellemzői a Basalt-Középkő Kőbányák Dunabogdányi üzemében (2009. június 10.).
- [4] FÖLDESI Máté: A korszerű robbantástechnikai termékek és eszközök használatának műszaki, gazdasági, környezetvédelmi és biztonságtechnikai előnyei a polgári robbantásoknál. (Szakdolgozat, Miskolci Egyetem 2022.)

PUTTING MODERN TECHNOLOGIES INTO PRACTICE TO MAKE BLASTING OPERATIONS MORE EFFICIENT AND REDUCE EMISSIONS TO THE ENVIRONMENT

MODERN TECHNOLÓGIÁK BEVEZETÉSE A GYAKORLATBA A ROBBANTÁSI MUNKÁK HATÉKONYABBÁ TÉTELE ÉS A KÖRNYEZETBE VALÓ KIBOCSÁTÁSOK CSÖKKENTÉSE ÉRDEKÉBEN

Ing. Ivan BUCHLA¹³³, Ing. Marcel BREJCHA¹³⁴

Abstract

When planning blasting works, safety is the first priority, taking into account the efficient use of explosives while maximising their utilisation. Safe blasting design requires the experience, practice and artistry of blasting technical managers. Therefore, the most appropriate and effective way to combine the experience of the blasters and make blasting even more efficient is to digitalise the whole process, from planning, through drilling schematics, drilling, blasting and subsequent analysis of the separated material.

Keywords: blasting, environmental impact.

Összegzés

A robbantási munkák tervezésekor a biztonság az első helyen van, figyelembe véve a robbanóanyagok hatékony felhasználását a maximális kihasználtságuk mellett. A robbantás biztonságos megtervezése a robbantás műszaki vezetőinek tapasztalatát, gyakorlatát és művészetét követeli meg. Ezért a lőmesterek tapasztalatának és a robbantások még hatékonyabbá tétele kombinálásának legalkalmasabb és leghatékonyabb módja az egész folyamat digitalizálása, kezdve a tervezéstől, a fúrási vázlatterveken, fúrásokon át egészen a robbantásig, majd a leválasztott anyag azt követő elemzéséig.

Kulcsszavak: robbantási munkák, környezeti hatások.

BEVEZETÉS

A robbantási munkák tervezésekor a biztonság az első helyen van, figyelembe véve a robbanóanyagok hatékony felhasználását a maximális kihasználtságuk mellett. A robbantás biztonságos megtervezése a robbantás műszaki vezetőinek tapasztalatát, gyakorlatát és művészetét követeli meg. Ezért a lőmesterek tapasztalatának és a robbantások még hatékonyabbá tétele kombinálásának legalkalmasabb és leghatékonyabb módja az egész folyamat digitalizálása, kezdve a tervezéstől, a fúrási vázlatterveken, fúrásokon át egészen a robbantásig, majd a leválasztott anyag azt követő elemzéséig.

Maga a digitalizáció más perspektívát nyújt a robbantások tervezéséhez és átfogó valós képpel (áttekintéssel) szolgál, mint a fal 3D vizualizációja a tervezett furatokhoz képest, adatgyűjtés a fúrás során, a furatok menetének feltérképezése (valós pálya) és a leválasztott anyag elemzése, áttekintést nyújt, amely lehetővé teszi a robbantási munkák hatékonyabbá tételét a költségek csökkentése mellett, tekintettel a környezetre.

¹³³ Carmeuse Slovakia, s.r.o. Slavec, Data System, s.r.o, TUKE-FBERG.

¹³⁴ Robbantási és fúrási munkák szlovák egyesület SSVTP a ČO ZSVTS tagja.

Ugyanakkor maga a digitalizáció és a robbanóanyagok hatékony felhasználása is gazdasági megtakarítást eredményez, elsősorban a robbanóanyagok fogyasztásának csökkentésével, majdnem nulla másodlagos leválasztással, a fúrási munkák csökkentésével (fúrt méterek kitermelt tonnánként), míg a másodlagos megtakarítások a robbantott anyag egyes frakciókba történő feldolgozásához kötődnek, ahol az anyag ideális leválasztása esetén nem növekszik a zúzó- és osztályozósorok elemeinek fokozott elhasználódása.

1. Robbantások tervezése

1.1. Adatgyűjtés

A mai, technikailag fejlett korszakban számos lehetőség és módszer létezik a falak leszkennelésére a kőfejtők falainak reális 3D modelljének digitalizálásához, és a valós modell digitális formává alakításához, annak további feldolgozása céljaira.

Az adatgyűjtés eszközei:

- Geodéziai célokra szolgáló teljes állomások
- Teljes robotállomások, mint hibrid állomás/szkenner
- Speciális szkenner a környezet szkennelésére
- Drónok kamerával, RTK technológiával, LiDar technológiával felszerelve

1.1.1. A kiválasztott technológiák összehasonlítása a gyakorlatban

Teljes állomás, szkenner

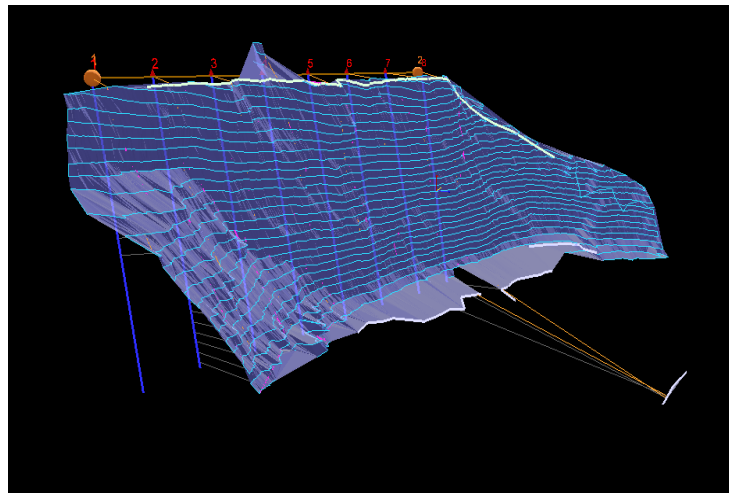
2018-ban összehasonlítottuk az adatgyűjtési technológiát a Topcon QS101 teljes állomás és a Pulsar speciális szkenner segítségével, amit speciálisan robbantások tervezéséhez szánt adatgyűjtésre terveztek.



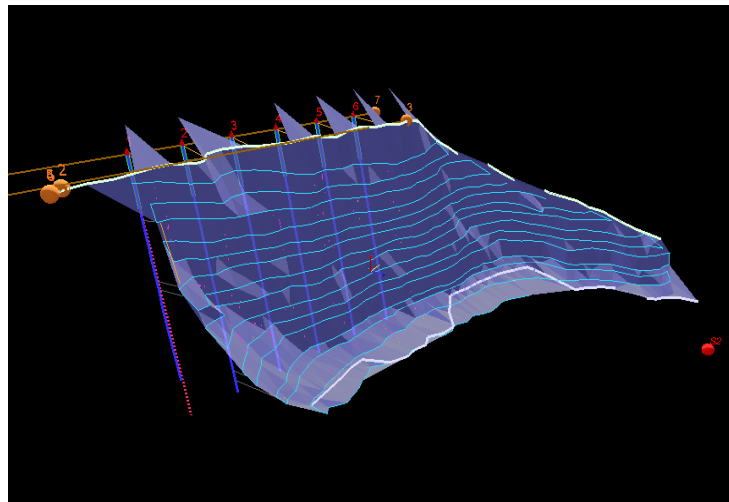
1. ábra Adatgyűjtés a Topcon QS101 teljes állomással és a Pulsar speciális szkennerrel, 2018 Szerbia JelenDo

Az adatgyűjtés ugyanazon a falon valósult meg a szerbiai JelenDo kőfejtőben, a fal magassága 16 m a hossza pedig 60 m volt.

Még az adatgyűjtés megvalósítása előtt meg kellett határozni azt a koordináta-rendszert, amelyben az adatgyűjtés megvalósul, hogy mindkét technológia számára azonos koordináta-rendszer legyen biztosítva. Ez a koordináta-rendszer helyi koordinátákban, valamint a kataszteri készülék által meghatározott koordinátákban is meghatározható, ahol a geodéziai munkákhoz használt GPS-t 3 cm-es mérési pontossággal alkalmazzák.



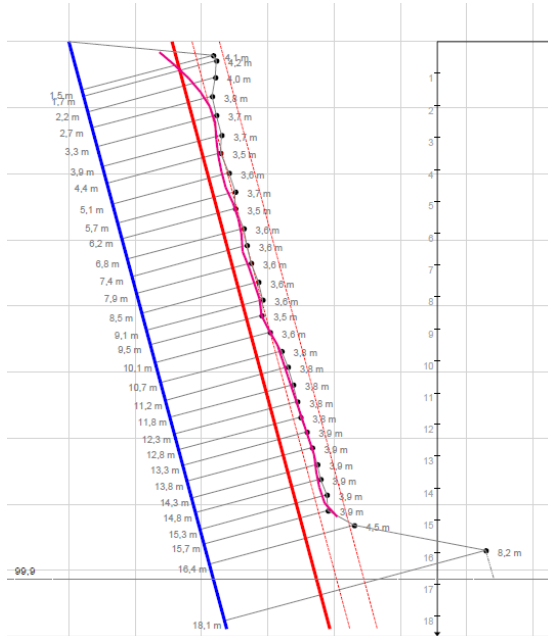
2. ábra – 3D kőfejtőfal, Szerbia – JelenDo 12 591 ponttal leírva Pulsar szkennerral beolvasva, adatgyűjtési idő 20 perc.



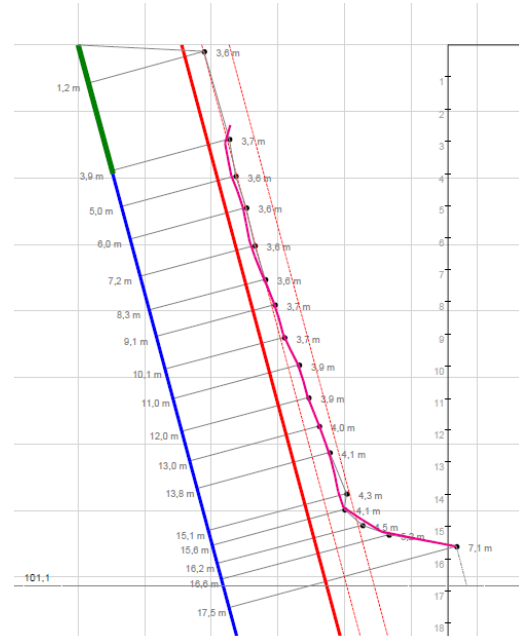
3. ábra – 3D kőfejtőfal, Szerbia – JelenDo 561 ponttal leírva teljes állomással begyűjtve, adatgyűjtési idő 45 perc.

A teljes állomások hátránya az adatgyűjtéshez szükséges hosszabb idő, minden egyes pont fizikai célzása, miközben a pontsűrűség annak a személynek a készségétől függ, aki a teljes állomást kezeli, ami befolyásolja a kőfejtő falát leíró 3D modell minőségét.

A speciális szkennerek esetében az adatgyűjtés időtartama lényegesen kisebb, miközben az adatgyűjtés automatikusan megtörténik, miután meghatározták azt a területet, amelyet a szkennereknek be kell olvasnia. A rendszer autonóm, és a pontok sűrűségét a beolvasás elején határozzák meg, kizárva ezzel a kezelő által okozott hibaarányt.



4. ábra Fúrási profil, adatgyűjtés Pulsar szkennerral



5. ábra Fúrási profil, adatgyűjtés teljes állomással

Az adatok feldolgozását követően összehasonlítottuk ugyanannak a furatnak a profilját (4. sz. ábra), amelyet a szkennerről begyűjtött adatok alapján generált a szoftver, aminél a pontsűrűség (háló) az adatgyűjtéshez $H=0,5\text{m}$ és $V=0,5\text{m}$ volt definiálva, amely esetben összesen 12 591 pont került begyűjtésre, amelyek az egész érdeklő területet leírták számunkra. A meghatározott paraméterekhez szükséges idő összesen 20 perc volt, a koordináta-rendszer beállításával együtt.

Az adatgyűjtés másik módja a teljes állomás segítségével 45 percig tartott, miközben végig a bemért pontokra kellett célozni manuálisan, és az egymás után bemért pontok távolságának becslése teljesen szubjektív volt a kezelőszemélyzet által, miközben a szkennert, valamint a teljes állomás távolsága a kőfejtő falától 50 m volt. Összesen 561 pont került begyűjtésre, amelyek alapján kigenerálódott a furat profilja (5. sz. ábra), és mindkét profil összehasonlításánál minimális eltérések tapasztalhatók (azonos mértékeknél összehasonlítva), miközben a szkennert adataiból készült profil pontosabb és átfogóbb képet nyújt a tervezett furatról a tervezett robbantás valós falánál, mivel a pontok sűrűsége részletesebben leírja a kőfejtő falát, amivel valósabb 3D modellt kapunk.

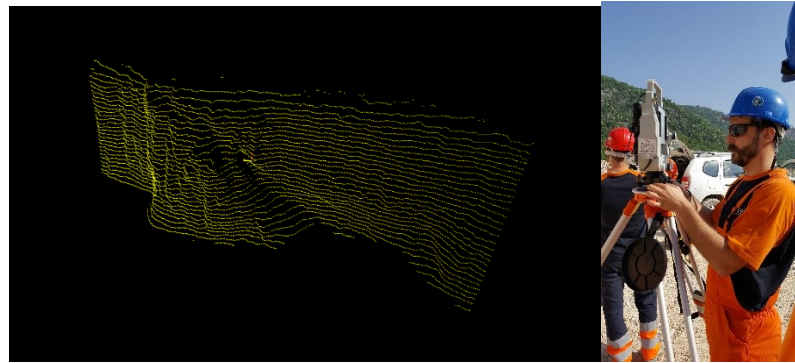
A szkenner és drón használatával készült légi felvételek adatainak összehasonlítása

A drónok és a fotogrammetria funkciójának alkalmazási lehetősége a digitalizáció és adatgyűjtés további alternatívájaként kínálkozik a kőfejtő falának feltérképezése és 3D digitális modellé alakítása céljából.

2019-ben a bosznia-hercegovinai Doboj kőfejtőben összehasonlítottuk az ugyanazon a kőfejtőfalon légi képalkotó technológiával gyűjtött adatokat, ahol az összegyűjtött adatokat (fényképeket) egy speciális Agisoft Metashape szoftverrel dolgoztuk fel a légi felvételek fotogrammetriai feldolgozásaként.

A második méréshez referenciaként egy speciális Pulsar szkennert használtunk, amelyet a robbantásra szánt kőfejtőfalak felmérésére szántak.

Mindkét mérést ugyanabban a koordináta-rendszerben végezték, ami az adatok hiteles összehasonlítását garantálta.



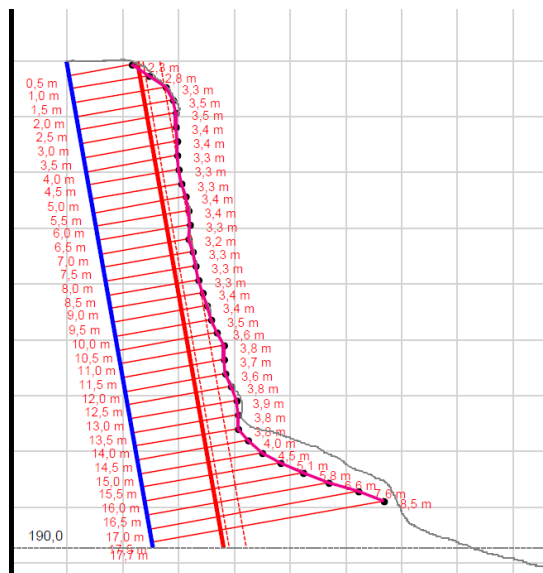
6. ábra A kőfejtő falának Pulsar szkennerral való felmérése, 3D SW-ben

A Doboj kőfejtő falának szkennerral való felmérése (6. sz. ábra) speciális Pulsar szkennerral valósult meg, összesen 16 541 pontot gyűjtöttek össze, az adatgyűjtés összesen 23 percet vett igénybe, a koordináta-rendszer helyi kataszteri, referenciapontok GPS segítségével bemérve, a begyűjtött adatokat feldolgozásra speciális, robbantómunkákhoz alkalmazott szoftver segítségével dolgozták fel.

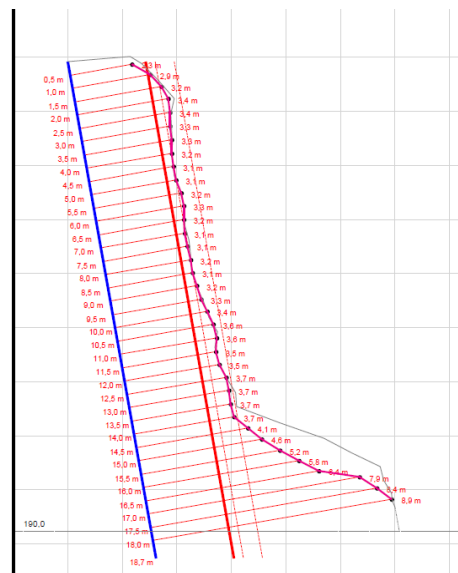


7. ábra – fotogrammetriai mérés kimenete – drónos adatgyűjtés

Ugyanaz a kőfejtőfal, DJI Phantom 4 drónnal berepülve, 59 darab, különböző szögből készült fénykép, repülési idő 10 perc, a referenciapontok ugyanazok, mint a szkennelésnél. A repülést követően az adatok feldolgozása az Agisoft Metashape programban valósult meg, ahol Dense Cloud-ot generáltak 6 238 615 ponttal LAS formátumban, amely a robbantómunkák szoftver számára olvasható. Maga az adatfeldolgozás az Agisoftban 36 percet vett igénybe, ahol a 3D modell a kőfejtő falának színábrázolását mutatja.



8. ábra – 10. sz. furat profilja, fotogrammetriai adatok



9. ábra – 10. sz. furat profilja, szkennelési adatok

A földi szkennelés során begyűjtött adatokat és a robbantási munkák adatfeldolgozó szoftveréből kigenerált adatokat referencia adatoknak tekintjük, amellyel összevetettük a légi felvételekkel begyűjtött és fotogrammetriai funkcióval feldolgozott adatokból kialakított 3D modellt. A fotogrammetriai mérésből származó profilok (8. sz. ábra) összehasonlítva a földi szkennelésből származó profilokkal (9. sz. ábra) azonosak voltak, egyes helyek 10 cm-ig terjedő eltérést mutattak, ami a robbantási munkáknál nem jelent nagy problémát. Ugyanakkor a mért eltérést az is okozhatja, hogy a rendszer a számokat egy tizedesvesszőre kerekíti, a légi szkennelés modellje pedig százszorosan több leíró ponttal rendelkezik, így a 3D modell minősége szempontjából elmondható, hogy tökéletesen leírja a valós helyzetet.

Carlson Blast Ops szoftver a robbantási munkák megoldásához a kőfejtőkben

A Carlson BlastOps programrendszerben végzett munka intuitív és modern környezetben történik. A szoftver két alaprészre osztott. Az első rész a kőfejtő falát képviselő terepfelszín térbeli modelljének kialakítására szolgál, amelyen megvalósíthatóak a robbantási munkálatok folyamatával összefüggő műveletek. Ezek a műveletek többnyire a következők:

Pontok beolvasása szövegfájlokból (txt, csv) és pontfelhőkből (LAS, LAZ, E57)

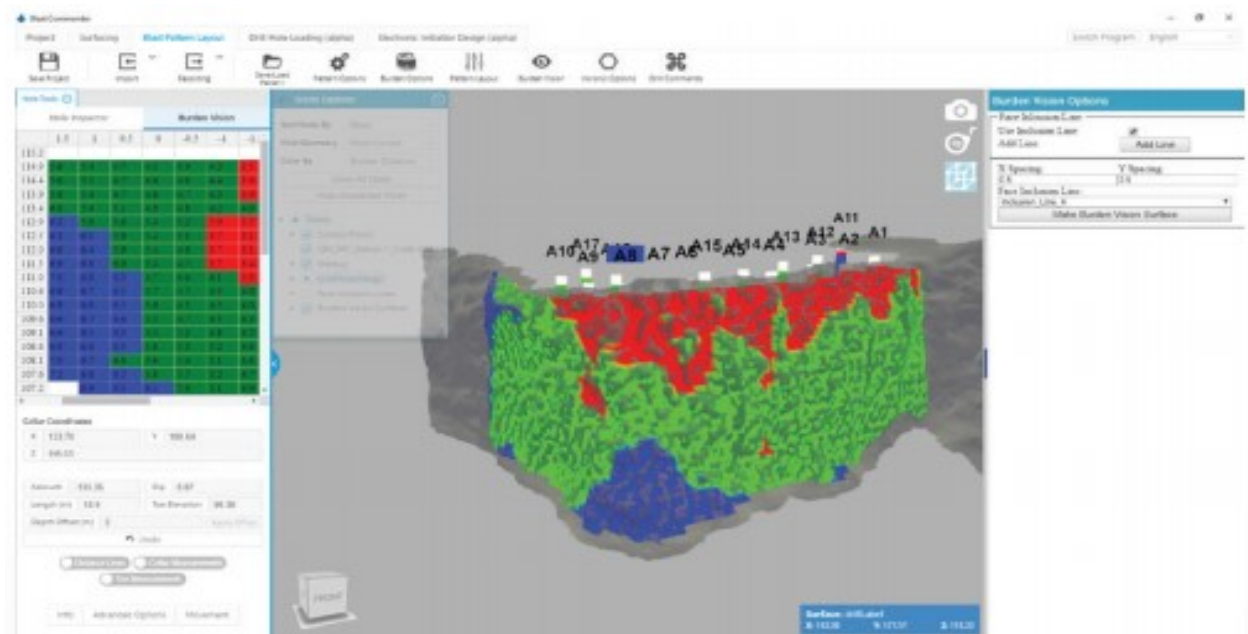
- Felhőpontok regisztrálása;
- A vizsgált terület DMT-jének létrehozása szabálytalan háromszög hálózat formájában (TIN);
- Eszközök a térfogat méréséhez és kiszámításához.

A program másik része a robbantás megtervezésére szolgál a robbantási felszín létrehozott digitális modelljének, a furat torkolata elhelyezésének mért koordinátái és a furat inklinometriai mérési adatainak felhasználásával, például Carlson Boretrak 2 berendezéssel.

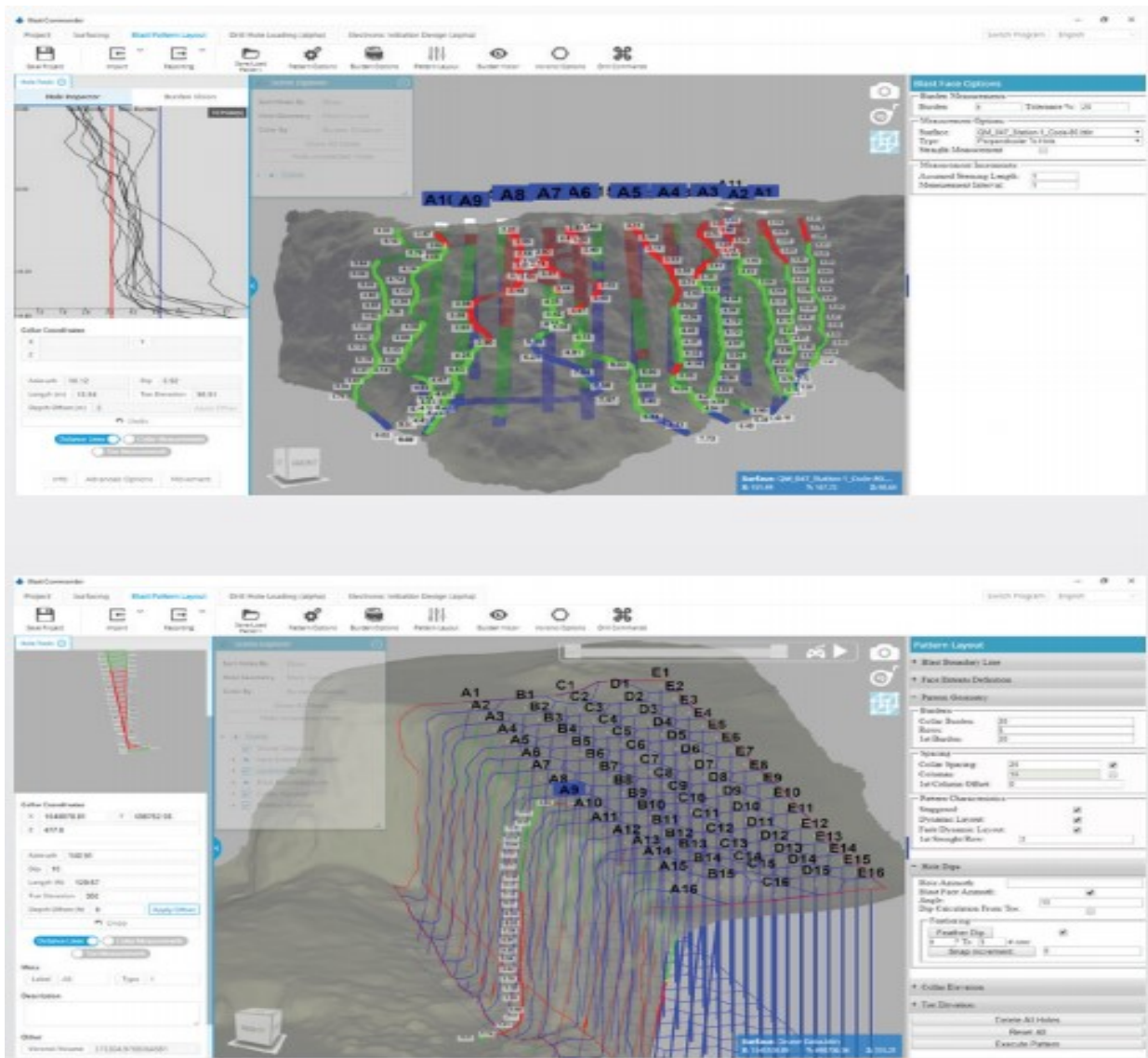
Többek között az alábbi funkciók állnak rendelkezésre:

- A furat elhelyezésének automatikus tervezése a megadott paraméter alapján;
- A furat elhelyezésének optimalizálása a metszet topográfiai paramétereire és a robbantás alapján;
- A tényleges furat és projekt összevetése;
- A furat töltési terve;
- Elektromos gyújtóképesség terve;
- Különböző jelentések létrehozása szöveges és grafikus formában;
- Minden művelet áttekinthető és intuitív 3D környezetben történik.

Minden művelet áttekinthető és intuitív 3D környezetben történik, mint az a 11, 12 és 13 ábrákon látható.



11 ábra Carlson Blast Ops szoftver környezet



12 és 13 ábra Carlson Blast Ops szoftver környezet

A Carlson Boretrak 2 a furat eltéréseinek mérésére szolgáló rendszer - inklinométerrel alagutak fúrásánál, vagy ásványi nyersanyagok felszíni kitermelésénél.

A fúrólyuk lejtésének bemérése pontosan és gyorsan történik még ferde és vízszintes furatok esetén is. A mérésekből nyert adatok a robbantás hatékony megszervezésére szolgálnak a Carlson BlastOps programrendszerben.

A Boretrak2 olyan IMU egységet használ, amely három tengelyes gyorsulásmérőt, magnetométert és giroszkópot tartalmaz. A fúrólyuk bemérése előtt a szondát kalibrálják, és a felhasználó beállítja a giroszkóp kezdeti azimutját. Amikor a dőlésmérőt leeresztik a furatba, a beépített érzékelők folyamatosan kiszámítják a szonda aktuális irányát és dőlésszögét, és rögzítik az adatokat. A mérés eredménye a furat pontos geometriája koordinátákkal.



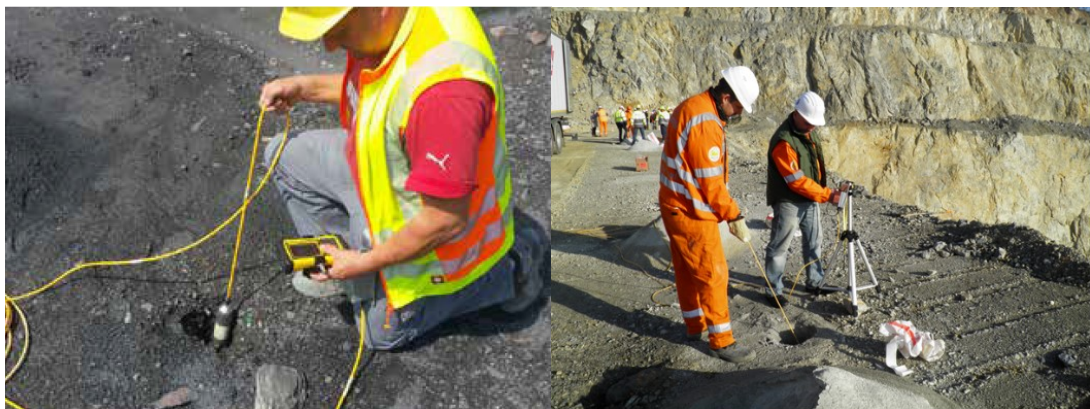
14. ábra Carlson BORETRAK2 inklinométer

A fúrási munkák végrehajtásának minőségellenőrzése

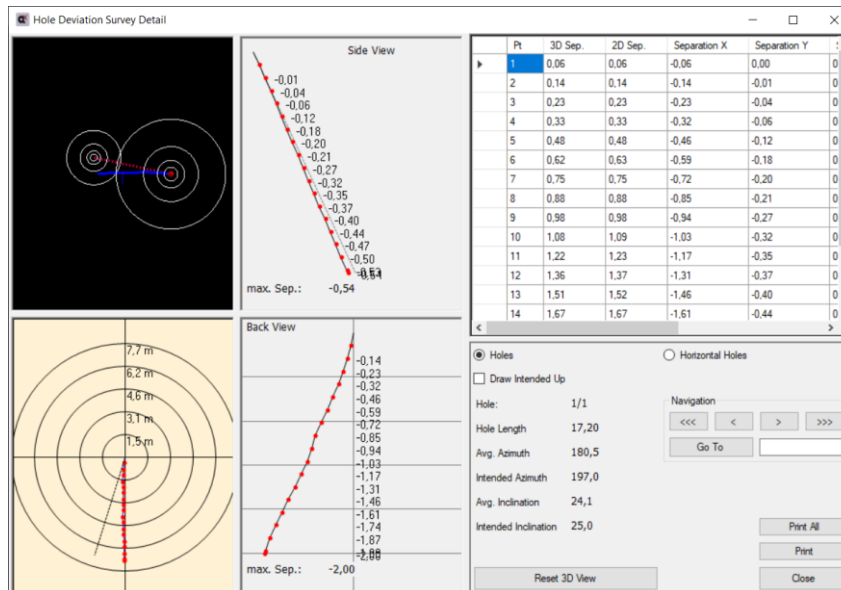
A robbantási munkák megvalósításának nagyon fontos tényezője az átviteli fúrási munkák minősége. Habár a furatok modern technológiákkal való tervezése és műszaki megoldása ideálisan optimalizálni tudja a furatok pozícióját, nagyon fontos tényező a furatok minősége. A minőségben nagy szerepet játszik a környezet geológiája, amelyben a fúrási munkák megvalósulnak, a fűrőrendszer kezelőjének tapasztalatai és nem utolsósorban a fűrőszerszám állapota is. Ugyanakkor a technológiák képesek feltérképezni a fűrőlyuk pontos pályáját, és a kapott adatok összehasonlíthatók a tervezett adatokkal, ami eltérések esetén lehetővé teszi a fűrőlyuk szerkezetének kijavítását töltött robbanóanyagokkal, vagy a projekt további furatokkal való kiegészítését.



15. ábra Szonda a fúrás előrehaladásának 30 m mélységig történő feltérképezésére



16 és 17. ábra Deviációk feltérképezése

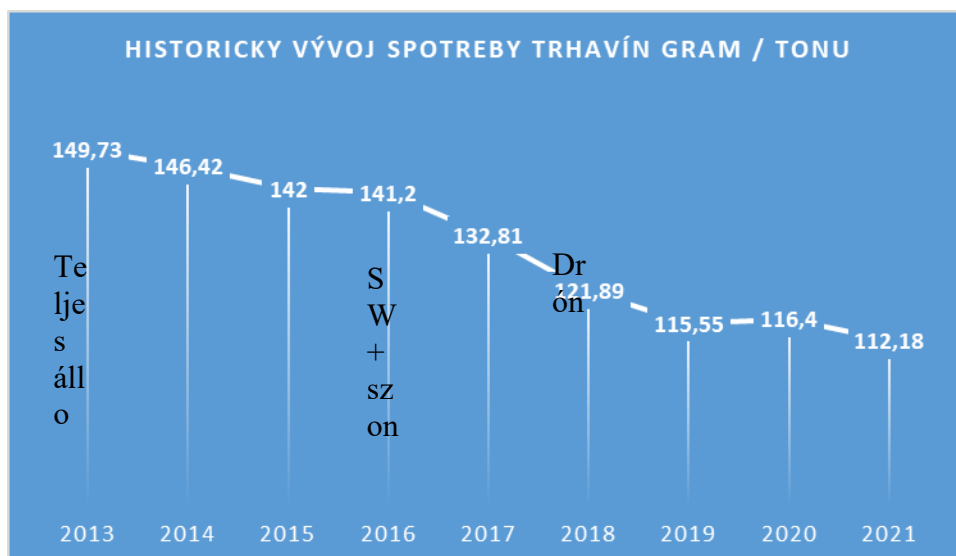


18. ábra A szonda kimenete, átfogó információk a furatról a tervezetthez képest

Ezen információk alapján a robbantás technikai vezetőjének jobb lehetősége van a robbantási munkák megvalósításának kiigazítására, ezáltal optimalizálva a teljesítményt és növelve a biztonságot a robbanóanyagok energiájának maximális felhasználásával a lerobbantott anyagok granulometriája javára, és természetesen a robbantási munkák elvégzésére fordított pénz megtakarítása érdekében.

A robbanások tervezéséhez használt modern eszközöket érintő valós tapasztalatok

A terebői (Trebejov) kőbánya dolomit kőfejtő Kelet-Szlovákiában, amely a Carmeuse Slovakia s.r.o. tulajdonában található. 2013 óta prioritás a robbantási munkák optimalizálása a robbanóanyag-fogyasztás csökkentése céljából a 16/45 mm frakció hozamának maximalizálása mellett, ugyanakkor a kivetések minimalizálásával a robbantási munkálatoknál.



19. ábra A robbanóanyag-fogyasztás csökkentésének alakulása a robbantások digitalizálásához használt modern eszközök időbeli bevezetése kontextusában

A tervezett robbantások digitalizálásának kezdete 2013-ban a Topcon QS101 teljes állomás segítségével valósult meg, a kőfejtő falának koordináta-rendszerben való manuális bemérésével és általános Mensura 2.0 CAD szoftverrel, amely csak olyan alapfunkciókat kínált, mint a furat falra merőleges profilja, egyszerű formában. Mivel a tervezés ilyen módja időigényes volt, ez a módszer csak alapvető információkat kínált (falprofil a furatok összehasonlítása nélkül), 2016-ban speciális szoftver került megvásárlásra a robbantások tervezéséhez, amely komplex és teljes áttekintést nyújtott a robbantások tervezéséről. Magának a szoftvernek a bevezetése feltárta a paraméterek tartalmait, aminek következtében csökkent a robbanóanyagok fogyasztása, ugyanakkor sikerült nulla kivetést elérni, mivel a szonda bevezetésével azonosították a veszélyt, illetve az energia nem hatékony felhasználását. A robbanások megvalósítása és tervezése modern eszközeinek bevezetése biztosította a környező épületekre gyakorolt szeizmikus hatások stabil értékeit, különösen a közeli falu családi házai esetében, ahol az elmúlt években egyetlen panaszt sem regisztráltak.

Az adott technológiák robbantási folyamatok előkészítésébe való bevezetése indokolt, mivel ezek a technológiák képesek a robbantási munkákat optimalizálni, pénzeszközöket megtakarítani, csökkenteni a fúrási költségeket, ami legalább 10 000 €-t jelent egy átlagosan évi 300kt-t kitermelő kőbánya esetén. Így a beruházás megtérülése a felszerelés szintjétől függően 3-5 év alatt.

Másodlagosan ezeknek az eszközöknek az előnye, hogy alkalmazhatóak a lerakatok leltározásánál, a térkép- és bányászati dokumentumok létrehozásánál, a földterületek kezelésénél és számos egyéb helyzetben.

PROJECT - GREEN QUARRIES AND SUSTAINABILITY PROJECTS AT CARMEUSE

PROJEKT - A CARMEUSE VÁLLALATNÁL MEGVALÓSÍTOTT ZÖLD KŐBÁNYÁK ÉS FENNTARTHATÓSÁGI PROJEKTEK

Jozef RUSKA, Ing. Peter SABOL, Ing. Eduard STOLIČNÝ PhD., Ing. Ján ZREĽAK¹³⁵

Abstract

With more than 160 years of experience, Carmeuse is a leading producer of high calcite and dolomite lime, high percentage limestone and ground limestone, which are important components of various industrial processes in the steel, energy, environment and construction industries. International awareness of climate change is steadily increasing and stricter regulations are being adopted. The extractive industry is key to the economies of the countries in which we operate. However, our sector cannot chemically eliminate CO₂ emissions, so we must take our share of responsibility and find answers to prepare for the future and protect the environment.

Keywords: green quarries, sustainability projects.

Összegzés

A több, mint 160 éves tapasztalattal rendelkező Carmeuse vállalat az acélipar, az energetika, a környezet és az építőipar területén a különféle ipari folyamatok fontos részét képező magas kalcit- és dolomittartalmú mész, magas százalékarányú mészke és őrölt mészke vezető gyártója. Az éghajlatváltozással kapcsolatos nemzetközi tudatosság folyamatosan növekszik, és egyre szigorúbb szabályokat fogantatnak. A nyersanyag-kitermelő ipar kulcsfontosságú azon országok gazdasága szempontjából, amelyekben működünk. Ugyanakkor azonban ágazatunkban nem lehet kémiai megsemmisíteni a CO₂-kibocsátást, ezért fel kell vállalnunk a felelősség ránk eső részét, és válaszokat kell találnunk, hogy felkészülhessünk a jövőre és védjük a környezetet.

Kulcsszavak: zöld kőbányák, fenntarthatósági projektek.

BEVEZETÉS

A több, mint 160 éves tapasztalattal rendelkező Carmeuse vállalat az acélipar, az energetika, a környezet és az építőipar területén a különféle ipari folyamatok fontos részét képező magas kalcit- és dolomittartalmú mész, magas százalékarányú mészke és őrölt mészke vezető gyártója. Az éghajlatváltozással kapcsolatos nemzetközi tudatosság folyamatosan növekszik, és egyre szigorúbb szabályokat fogantatnak. A nyersanyag-kitermelő ipar kulcsfontosságú azon országok gazdasága szempontjából, amelyekben működünk. Ugyanakkor azonban ágazatunkban nem lehet kémiai megsemmisíteni a CO₂-kibocsátást, ezért fel kell vállalnunk a felelősség ránk eső részét, és válaszokat kell találnunk, hogy felkészülhessünk a jövőre és védjük a környezetet.



¹³⁵ Slovenská spoločnosť pre trhacie a vrtacie práce (SSTVP) člen ČO ZSTVS.

Mi a Carmeuse vállalatnál hozzá akarunk járulni a gyakorlati megoldások kereséséhez, ezért 2021-ben bemutattuk a „CO₂-úttervet”, amely közép- és hosszú távú ambíciókat is tartalmaz. Rövid távon, a következő 5 évben olyan bevált megoldásokra fogunk összpontosítani, amelyek a kemencék, a bioüzemanyagok és az energiahatékonyság korszerűsítése révén hozzájárulnak az égetésből származó CO₂-kibocsátás csökkentéséhez. Olyan megoldásokat is fejlesztünk, amelyek segítenek ügyfeleinknek csökkenteni saját CO₂-kibocsátásukat, és arra törekszünk, hogy elismerésre kerüljön a mész kulcsfontosságú szerepe a légkörünkben lévő szén-dioxid értékének csökkentéséért folytatott küzdelemben. A CO₂-üzemanyagokban való felhasználásának, a fosszilis mentes üzemanyagok (CCU) kémiai előállításának, illetve a föld alatti bányákban való szekvesztrációjának technikai megoldásán dolgozunk. Célunk, hogy 2025-ig előállítsuk az első, CO₂-nyom nélküli meszet. Meggyőződésünk, hogy 2030-ig legalább 30 %-kal csökkenteni tudjuk az európai tevékenységeinkből származó CO₂-kibocsátást. 2040-re el akarjuk érni a kibocsátások 60 %-os csökkentését és 2050-re el akarjuk érni a tiszta szén-dioxid-semlegességet.



Munkánkat a fenntarthatóság területén a nemzetközi szabványokra és a fejlesztési lehetőségekre tekintettel értékelik, az ECOVADIS-szal összhangban. 2021-ben a CZHUSK térségünkben mind a 3 szervezetünk elérte a Platina szintet.



Ambiciózus céljaink vannak a fenntarthatóság elérésére, éppen ezért indította el a Carmeuse Slovakia 2019-ben a „Zöld Kőbányák” kezdeményezést. Projektünk a mészkő és dolomit kitermelés fenntarthatóságának megoldását célozza meg, korszerű bányászati tevékenységek alkalmazásával. A projekt fontos részét képezi a modern technológiák használata a mindennapi gyakorlatban, a bányászati tevékenységek környezeti hatásainak folyamatos csökkentése, valamint az új bányászati szakemberek képzésének támogatása az oktatási rendszer minden szintjén. Nem utolsósorban ez a biológiai sokféleség helyreállítása is a bányászati tevékenységek befejezését követően azokon a kőfejtő területeken, ahol a Carmeuse Slovakia bányászati tevékenységet folytat azzal az egyértelmű céllal, hogy minimalizálja a bányászati tevékenység környezeti lábnyomát. Ez egy élő projekt, amelynek tartalma és mértéke tekintetében több éves megvalósítással kell számolni. Ambiciózus, mivel új standardokat akar létrehozni a bányászati üzletágban, és ami a legfontosabb, meg akarja változtatni az emberek gondolkodását és a természethez való viszonyát is. Minden projektnek rendelkeznie kellene egy logóval.

A mi logónkon baglyok vannak, amelyek az elsődleges zúzógép területén születtek. Az anyjuk az elsődleges zúzógép fölötti híddaru szerkezetébe rakta a fészket. A baglyok felnőttek, elhagyták a fészket, és talán ők voltak a projektünk első hozzájárulásai. A projekt nyolc alapterületre – modulra osztott, a célterületek szerint.



Fúrési és robbantási munkák modulja

Ennek a modulnak a célja a költségek csökkentése és a fúrési és robbantási műveletek hatékonyságának növelése. A környezetre és a közösségre gyakorolt káros hatások csökkentését és esetleges megszüntetését is magában foglalja. A robbantási munkák során a robbantási munkák paraméterei optimalizálásának projektjén dolgoztunk.



A projekt eredményeként az átlagos robbanóanyag-fogyasztást 0,098 kg/tonnára csökkentettük. Ez az érték lett a standard a méhészudvarnoki (Včeláre) kőfejtőben is. Az osztott töltet módszer alkalmazásával és a robbantási munkák paramétereinek maximalizálásával jelentős mértékben csökkentettük az évi robbanóanyag-fogyasztást, átlagosan 78,7 tonnával.

A terebői (Trebejov) kőbányában a Kassai Műszaki Egyetemen (TUKE) és Pandula professzor csapatával együttműködve műszaki megoldást találtunk a robbantási munkák hatékonyságának növelésére és a költségeinek csökkentésére a terebői kőbányában. A paraméterek és az időzítés módosításával ennek a projektnek az eredménye, hogy átlagosan 8,1 tonnával csökkent a terebői kőfejtőben lévő robbanóanyagok éves fogyasztása. A projekt eredményeként ebben a modulban a fenti kőfejtőkben a robbanóanyag-fogyasztása évente 86,8 tonnával csökkent, ami napjainkban jelentős költségmegtakarítást is eredményez.

Ebben a modulban a robbantási munkák nemkívánatos hatásainak csökkentésével is foglalkozunk. A méhészudvarnoki kőfejtőben bevezettük minden egyes robbantás szeizmikus megfigyelését. Ezen oknál fogva közvetlenül a községben létesítettünk egy szeizmológiai állomást, egy külön erre a célra bérbe vett elhagyatott régi házban.



A szeizmikus hatások mérésének eredményei nem haladják meg a 2 mm/s-ot, ezzel valójában teljesítjük azt a szabványt, amelyet belsőleg állítottunk fel a méhészudvarnoki kőfejtő robbantási munkái vonatkozásában.

A terebői kőfejtőben a már említett Pandula professzorral való együttműködésnek köszönhetően, a kutatásai és megoldási javaslatai alapján olyan eredményeket tudtunk elérni, amelyek megfelelnek a vonatkozó szabvány kereteinek.

2021-ben a környezeti hatásvizsgálat előkészítése során kiterjedt méréseket valósítottunk meg a gombaszögi kőfejtőben a TUKE BERG és Pandula professzor csapatával való bevált együttműködés keretében.

Ezeknél a méréseknél egyebek mellett három védett objektumot, közülük 2 európai jelentőségű objektumot is megfigyelték. Ezek a gombaszögi barlang (Gombasecká jaskyňa), a Vaddisznó lyuk (Diviačia priepať) és a kitermelési területen található Leontina-barlang (Jaskyňa Leontína) voltak. Az összes mérés eredménye normán belüli volt, vagy az alacsony érték miatt mérhető sem volt, ami azt igazolta számunkra, hogy jó úton haladunk.

A fűrási munkák során az Atlas Copco (ma EPIROC) a mi körülményeinkben régóta bevált Coprod rendszerét használjuk. A SmartROC C50 fűróberendezésnek 29,6 %-kal alacsonyabb az üzemanyag-fogyasztása a múltban használt gépekhez képest. A 2022-es év 1. felében az új SmartROC C50 -10SF fűróberendezés leszállítására számítunk, amelynek még további 15 %-kal alacsonyabb a fogyasztása. És ez is nagyon fontos lépés a CO₂-kibocsátás csökkentése felé ebben a modulban.

Berakodás és szállítás modul

Ezen a téren nagyon jelentős lépéseket tettünk a környezetvédelem érdekében. A méhészdudvarnoki kőfejtőben 2019-ben az elsők között voltunk, akik Szlovákiában dízel-elektromos CAT 988K XE rakodógépeket kezdtünk el használni a kommersz kitermelésnél. A méhészdudvarnoki kőfejtőben két ilyen gépünk van.



Ennek a dízel-elektromos rakodógépnek a szokásos nagy teljesítménye mellett motoróránként 14 literrel alacsonyabb az üzemanyag-fogyasztása a korábban használt (pl. 988H) hagyományos rakodógépekhez képest. A rakodógép üzemideje évente 2350 motoróra szintjén mozog, ami csupán a rakodás során évente 65 800 liter dízel megtakarítást jelent. A méhészdudvarnoki kőfejtőben így legalább 66 000 euróval alacsonyabb a költségünk, azonban a legnagyobb előnyt az évi CO₂-kibocsátás 205 tonnával való csökkentése jelenti. Az üzemeltetésük kezdete óta 611 tonnával csökkentettük a CO₂-kibocsátást.

Idén februárban megkezdjük az új CAT 980 XE rakodógép üzemeltetését a terebői kőfejtőben. Még ennél a rakodógépnél is legalább 15 %-os fogyasztáscsökkenést várunk a múltéhoz képest, ami szintén hozzá fog járulni a kibocsátások csökkentéséhez.

A szállítás területén készen állunk arra, hogy elkezdjük használni a hibrid hajtású dömpereket. Sajnos, itt még valószínűleg egy kicsit várunk kell valami jelentősebb előrelépésre. Mivel az általunk használt 40 vagy 60 tonnás dömperszegmens fejlődése e tekintetben valahogy nem észrevehető. A hagyományos technológiákra kell támaszkodnunk, amelyek egyelőre nem járnak fogyasztáscsökkentéssel. A projekt keretében legalább a szállítási útvonalak optimalizálását valósítjuk meg, hogy csökkentsük a megtett kilométerek számát a kőfejtőben.

Feldolgozási technológiák modulja és karbantartási modul

Új ismeretek és technológiák felhasználását célozza meg a kitermelt nyersanyag feldolgozása hatékonyságának növelése, és ezáltal a bányászati tevékenységek környezeti terheinek csökkentése érdekében. Ebben a modulban a porosság és a zaj megszüntetésének megoldásával is foglalkozunk a gyártási folyamaton belül. A projekt keretében a pozitívumok közé sorolható a Bivitec technológiát alkalmazó új osztályozógépek használata a Binder cégtől.

A speciálisan formázott sziták növelik az osztályozás hatékonyságot, a korszerű szerkezet pedig alacsonyabb villamosenergia-fogyasztást biztosít a múltéhoz képest. A projekt fontos lépése volt a feldolgozósor zúzógépeinek olajfogyasztását érintő megoldás. Az Ecofile céggel együttműködve foglalkoztunk az elsődleges zúzógép olajtöltete szűrésére irányuló projekttel. Ez a fejlesztési projekt remekül bevált, és az olajszűrés már nemcsak az elsődleges zúzógépen, hanem a másodlagos és harmadlagos zúzógépen is megoldott. A szűrés meghosszabbítja az olajtöltet „élettartamát – használhatóságát”.



Ez azt jelenti, hogy az olajat nem kell minden évben cserélni, hanem csak kétfévente. Az öt zúzógép olajtöltete összesen litert tesz ki. A csereciklus meghosszabbításával nemcsak a csere költségeit csökkentettük, hanem az elfogyasztott olaj mennyiségét is, ami projektünk szintén nagyon fontos eleme.

A projekt nagyon fontos része a gyártósor zajcsökkentésének megvalósítása a terebői kőfejtőben és a porzás optimalizálása. A zajcsökkentés legjelentősebb előrelépését a másodlagos gyártósor Bamida cég zajvédővel való beburkolása jelentette. Ezt a külső cég által megvalósított mérések is megerősítették, amelyek a zaj kívánt szintre való csökkentését igazolták. Az esővíz és a talajvíz kezelési folyamatban való felhasználásán dolgozunk a méhészdudvarnoki és terebői kőfejtőkben.

A megújuló energiaforrások különálló és új fejezetet jelentenek. Jelenleg a terebői kőfejtő igényeinek megfelelő naperőmű megépítésének előkészületei folynak.

Munkánk fontos része a TPM projekt következetes alkalmazása is a berendezések hatékony megelőző karbantartásának biztosítása érdekében. 2021-ben befejeztük az úgynevezett második generációs TPM projektet, idén pedig a harmadik generációt kezdjük, hangsúlyt fektetve a nem tervezett állásidő minimalizálására. A projekt nemcsak a megelőző karbantartásra irányul elsősorban, hanem műszaki intézkedések vagy újrahasznosítás révén igyekszik megoldásokat találni a veszélyes anyagok használatának minimalizálására az összes folyamaton belül. A TPM projekt keretében a gyártási folyamatok új zónázása van folyamatban. A második generációs TPM projektet 2011-ben kezdtük el megvalósítani a méhészdudvarnoki kőbányában, 2017-ben pedig a terebőiben. A projekt segítségével és a megelőző karbantartás megvalósításával a nem tervezett állásidő csökkenését, valamint a karbantartási költségek csökkenését is elértük. A projekt megvalósítása során 0,39 €/tonna karbantartási költséget értünk el.

Biztonság és környezetvédelem modul

A maximális biztonság fenntartása és a kockázatok elfogadható szintre való csökkentése a legújabb ismeretek alapján tevékenységünk minden területén prioritást élvez. A biztonsági kampányok segítségével, képzési rendszerrel igyekszünk elérni ennek a modulnak a célját. Méhészdudvarnokon 2018-ban ünnepeltük a regisztrált sérülések nélküli 10 évet, sajnos az elmúlt három évben nem sikerült a nulla sérülést tartani. A terebői kőfejtőben tavaly ünnepeltük meg a 15-ik sérülésmentes évet, és reméljük, hogy ez a szép szám továbbra is növekedni fog. E modul keretében 2020 óta negyedévente a „Biztonság Bajnoka” cím kihirdetése is megvalósul azon munkavállalók körében, akik jelentős mértékben hozzájárulnak a biztonsági kockázatok

csökkentéséhez és megszüntetéséhez. Eddig 10 bajnok került kihirdetésre és büszkén állapíthatjuk meg, hogy kettő közülük, Sirgely úr és Kuruc úr a LOMY üzem dolgozói.

Ebben a szegmensben nagyon fontos feladat a helyes környezetvédelmi gyakorlatoknak való megfelelés biztosítása minden szinten az ISO szabványokkal összhangban. Itt elsődleges célunk, hogy a lehető leghatékonyabban valósítsuk meg dolgozóink képzését minden szinten, a környezetvédelmi tudatosság emelése érdekében a céljaink megvalósítása során.



Oktatás modul

Célja a munkavállalók aktív bevonása az oktatásba és szakképzésbe annak érdekében, hogy növeljük a felkészültségüket a mindennapi feladatokra. A szakmai, nyelvi és mentális felkészítés nagyon fontos a mindennapi feladatok leküzdéséhez és teljesítéséhez.

A bányászati szakemberek és szakértők új generációjának képzése nagyon fontos a jövő szempontjából, a szükséges ismeretek és gyakorlat megszerzése a szaktanintézetekben és középiskolákban való oktatás támogatásával, esetleg szakmai gyakorlat formájában, valamint a duális oktatás támogatásával. A főiskolák és a mindennapi gyakorlatunk szorosabb összekapcsolásán fogunk dolgozni, habár tudatában vagyunk annak, hogy a földfelszín alatti kitermelés jelenleg nem prioritás. Sajnos a pandémiás helyzet az elmúlt két évben megnehezítette számunkra az ebben a modulban szereplő projektek végrehajtását.

Közösségi modul

A cél, hogy különféle tájékoztatási módszerekkel biztosítva legyen a közösség tájékozottsága, nem csupán a Zöld Kőbányák projektről és előnyeiről, hanem a bányászati tevékenységek szükségességéről is a mindennapi élet szükségleteihez. Intenzív kommunikáció a közösséggel, az állami bányászati hatóságokkal, a környezetvédelmi szervekkel, a barlangászokkal, a természetvédelmi szervekkel és bevonásuk a projekt támogatásába. Sajnos a többi bányászati szervezethez hasonlóan a múltban mi is átengedtük „hatáskörünket” a különféle ügyeskedőknek és ökoterroristáknak, akik ezt a kitermelést folytató szervezetekkel szemben elsősorban a médiákban használják ki.

Rekultivációk és revitalizációk modul

Ennek a modulnak három célkitűzése van:

- A kőbányák kitermelt részeinek következetes rekultiválása
- Aktív együttműködés az Állami Természetvédelemmel (ŠOP), a Szlovákiai Barlangok Igazgatóságával (SSJ), a Bird Life szervezettel a biodiverzitás megvalósítása és megújítása során
- A főiskolákkal való együttműködés segítségével a kőbányák kitermelt részeiben a biodiverzitás átfogó megújítása

A kőbányáinkban a rekultiváció megoldásával önerőből is elkezdtünk foglalkozni. A méhészdudvarnoki kőbányában kiültetésekre is sor került az állami természetvédelmi szervezettel történő egyeztetéseket követően. Ebben a projektben 60.000 m² kitermelt terület részleges rekultiválását valósítottuk meg.

A terebői kőfejtőben megkezdtük a IV. és III. szint rekultivációját. A rekultiváció alapjaként a lelőhely agyagos részeit használjuk, amelyek a termelési folyamatban nem használhatók fel. Itt még nem kezdtük el az intenzív ültetést, azt csak idén és jövőre valósítjuk meg. Elsősorban fás szárú növények kiültetése valósul meg. A választás a hamvas égerre (*Alnus Incana*) esett, miután az úttörőnövényként alkalmazott közönséges nyír kiültetése nem hozta meg a kívánt eredményt.

A terebői kőfejtőben a gyártósor körül kísérletképpen kiültettünk 80 db gyorsan nöövő, illatos császárfát (*Paulownia Tomentosa*). Eddig két tél van mögöttünk, ezt az ültetvényt 80 % élte túl.



Ennek a növénytelepítésnek a funkciója az is, hogy a gyártósor esetleges porát is begyűjtse, a projekt esztétikai oldalán felül. A Zöld Kőbányák projekt hosszú távra szól, azonban a legfontosabb számunkra, hogy belevágtunk.

Vállalatunk folyamatosan igyekszik csökkenteni a szénlábnyomát. A fenntarthatósági projektek számos Carmeuse szervezetben megvalósulnak.

Példaként megemlítünk néhányat ezek közül a kezdeményezések közül.

Romániában a Campulung mészüzem számára 2 hektáron valósult meg fotovoltaikus mező.



2 272 napelemből áll, és beépített kapacitása 1 MWp. Az összes megtermelt megújuló villamos energiát (1,2 GWh/év – ami körülbelül 340 család fogyasztásának felel meg) maga Campulung térsége fogyasztja el, így évente 394 tonna CO₂-t takarít meg. Ez azt jelenti, hogy Campulung térsége az energiafogyasztásának 20 %-át maga fogja előállítani. A projekt megtérülése 8 év.

A Carmeuse America több kőbányát birtokol és üzemeltet Michigan északi részén, egy gyéren lakott, nagy természeti szépségű területen. A fenntarthatósági projekt a vizes élőhelyek megőrzésével foglalkozik. Olykor a kőbányáinkban a vizes élőhelyeket lecsapolják vagy megzavarják. Környezeti hatásunk minimalizálása érdekében a Carmeuse új vizes élőhelyeket hoz létre, egyúttal vállalja, hogy meglévőket megőrzi.



Michigan állam megköveteli, hogy a Carmeuse vállalat a kitermeléssel érintett vizes élőhely minden acre-jáért hozzájáruljon 10 acre vizes élőhely megőrzéséhez, vagy hozzon létre 1,5 - 2 acre vizes élőhelyet (az érintett vizes élőhelyek jellegétől függően). A vizes élőhelyek kialakítása bonyolult folyamat, amely egyebek mellett a talaj felső rétegének áthelyezését, betöltését és a növényzet kiültetését is magában foglalja. Az elmúlt néhány évben az észak-michigani kőbányáink több, mint 100 acre új vizes élőhelyet alakítottak ki és vállalták több, mint 1000 acre meglévő vizes élőhely megőrzését.

A genova melletti Unicalce és Bernezzo kőbányák rekultivációja a főiskolával és természetvédelmi szervezetekkel való szoros és rendkívül hatékony együttműködés példái.



Az eredmény a kitermelt területek nagyon hatékonyan megvalósított rekultivációja, amelynek részét képezi a kőfejtő vízelvezetése és védelme az özönvízszerű esőzések esetén. És nem feledkezhetünk meg a Szlovákiában megvalósított projektről sem.

Kassán (Košice) a befejezéséhez közeleg a PFR kemencék felépítése, amelyek a régi forgó kemencék helyébe lépnek és jelentősen csökkentik a mészgyártásból származó CO₂-kibocsátást.

A szalóci (Slavec) mészüzemben fotovoltaiikus erőmű projektjét valósítjuk meg.

Emellett a további projekteket is szeretnénk folytatni, amelyek hatással vannak a biodiverzításra és termelésünk fenntarthatóságára. De ezekről a projektekről valamikor legközelebb.

REVITALISATION OF EXPLOITED LAND IN URBAN SPACE IN KIELCE GEOPARK¹³⁶

KITERMELT TERÜLETEK REVITALIZÁCIÓJA VÁROSI TÉRBEN A KIELCE GEOPARK PÉLDÁJÁN

Michał POROS¹³⁷, Marzena BAKALARZ-DOROPOWICZ¹³⁸

Abstract

The quarrying areas associated with the former surface extraction of the A rocks form an important element of the urbanised landscape of Kielce, the capital of the Holy Cross Voivodeship. The specific geological structure of the city, which is linked to the shallow occurrence of rock formations representing all periods of the Palaeozoic (Cambrian to Permian) and to the presence of nonferrous metal-rich sites, has created the basic conditions for the exploitation of mineral resources since the Middle Ages. From a landscape point of view, the most important areas are the multilevel mining pits left after the extraction of carbonate raw materials from the Middle and Upper Devonian in the south and north-west of the town.

Keywords: revitalisation, urban environment.

Összegzés

Az A kőzetek egykori felszíni kitermeléséhez kapcsolódó kőfejtő területek a Szentkereszt vajdaság fővárosának, Kielce urbanizált tájának fontos elemét alkotják. A város geológiai szerkezetének sajátossága, amely a paleozoikum összes időszakát (a kambriumtól a permig) képviselő kőzetképződmények sekély előfordulásával és színesfémekben gazdag helyekkel függ össze, már a középkortól kezdve megteremtette az ásványi nyersanyagok feltárásának alapvető feltételeit. Tájéki szempontból a város déli és északnyugati részén található közép- és felső devonból származó karbonátos nyersanyagok kitermelése után megmaradt többszintű bányagödrök bírnak a legnagyobb jelentőséggel.

Kulcsszavak: Revitalizáció, városi környezet.

BEVEZETÉS

A kőzetek egykori felszíni kitermeléséhez kapcsolódó kőfejtő területek a Szentkereszt vajdaság fővárosának, Kielce urbanizált tájának fontos elemét alkotják. A város geológiai szerkezetének sajátossága, amely a paleozoikum összes időszakát (a kambriumtól a permig) képviselő kőzetképződmények sekély előfordulásával és színesfémekben gazdag helyekkel függ össze, már a középkortól kezdve megteremtette az ásványi nyersanyagok feltárásának alapvető feltételeit. Tájéki szempontból a város déli és északnyugati részén található közép- és felső devonból származó karbonátos nyersanyagok kitermelése után megmaradt többszintű bányagödrök bírnak a legnagyobb jelentőséggel. Az ilyen típusú legjelentősebb objektumok a város területén a következők: Wietrznia, Kadzielnia és Ślichowice.

Az utóbbi két térség, Kadzielnia és Ślichowice revitalizációs tevékenységeit a 20. század 50-es éveiben valósították meg, és a kezdeti szakaszokban azok elsősorban a bányászati

¹³⁶ Rewitalizacja terenów pogórnicznych w przestrzeni miejskiej, na przykładzie Geoparku Kielce.

¹³⁷ Geopark Kielce, ul. Daleszycka 21, 25-202 Kielce. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa Kielce.

¹³⁸ Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa Kielce.

tevékenységgel lecsupaszított, tudományos és didaktikai célokra alkalmas, nagyon értékes geológiai struktúrákkal függtek össze.



1952-ben Ślichowice csúcsán a kőfejtő nyugati fala 0,55 hektáron Lengyelországban első geológiai rezervátumként jogi védelmet kapott alatt, a Gór Świątokrzyskich hegyek neves kutatója és jelentős geológus alapján elnevezett „Jan Czarnocki Sziklarezervátum” megnevezés alatt.

A 20. század 50-es évei végén kidolgozták Kielce város hosszú távú fejlesztési tervét, amelynek részét képezte a Kadzielnia kőbánya is, mint a Silnica folyó mentén húzódó zöld területek egyik rekreációs területe. 1961-ben, még az aktív bányaművelés időszakában, kidolgozták a Kadzielnia-hegy fejlesztési tervét, amely egyebek mellett a kőfejtő gödör központi részében az antropogén közettávolság védelmét, valamint a kőfejtő gödör déli részének második üzemszintjén egy amfiteátrum kiépítését is tartalmazza.

A jóváhagyott terv alapján a fenti zónákban a bányatevékenységet felfüggesztették, és további dokumentumok kerültek kidolgozásra, amelyek alapján 1962-ben létrehozták a „Kadzielnia” rezervátumot, majd 1971-ben megnyitották a Kadzielnia Amfiteátrumot is.

A tevékenységek más menete valósult meg a „Wietrznia” térség revitalizációjának első szakaszaiban a kitermelés befejezését követően. A bányauzem részét képezi a három termelőüzemből álló komplexum, ahol a bányászati tevékenység zajlott: „Wietrznia”, „Międzygórz” és „Międzygórz Wschodni”. Hivatalosan mindhárom 1974-ben fejezte be tevékenységét. A bányászati tevékenység befejezése után 1975-ben kidolgozták „Wietrznia” térség területfejlesztési koncepcióját. A bányauzemek fejlesztési és hasznosítási koncepcióját 1978-ban terjesztették elő, és az elsősorban ezek rekreációs és sportcélú hasznosításukat feltételezte, oktatási tevékenységekkel ötvözve. A fenti koncepciókban megfogalmazott célok többsége nem lett betartva.

A „Wietrznia“ fejlődésének mai jellegét tekintve döntő jelentőségű volt a rezervátum-tervezet kidolgozása, amely a terület védelmével fejeződött be 1999-ben, majd a későbbi fejlesztési és hasznosítási koncepciókat tartalmazó tanulmányok a rezervátum természetvédelmi feladataival összhangban: A Kielcei Geoeducációs Centrum általános szervezeti koncepciója és működési programja, amelyet Tymoteusz Wróblewski geológus dolgozott ki 2000-ben, valamint az ebből a tanulmányból kiinduló térkonceptió "Wietrznia" fejlesztési tanulmány, amelyet ugyanabban az évben építészek egy csoportja dolgozott ki.

A területek revitalizációjának jelenlegi állapota a kitermelést követően: Wietrznia, Kadzielnia és Ślichowice és Kielce városterületen való működése a fentiekben ismertetett történelmi feltételek és a hivatalosan 2003-ban megalapított Kielce Geopark városi egység tevékenységének eredménye.



A Kielce Geopark működésének kezdetétől intenzív revitalizációs tevékenységek valósulnak meg, amelyek elsősorban a „bányászat utáni” területek turisztikai-oktatási funkcióját erősítik.

A kezdeti szakaszban a revitalizációs tevékenységek az apró turisztikai infrastruktúra kialakítására összpontosítottak, az ún. tanösvények megvalósítása formájában, amelyek a geológiai rezervátumok (Kadzelnia, Wietrznia és Ślichowice) részét képezték vagy azok közvetlen közelében valósultak meg.

A többlépcsős jellegére és az egyes szakaszok viszonylag kis költségére tekintettel, ezek a tevékenységek többéves alapon valósulnak meg a következő beruházási program segítségével:

„A posztindusztriális területek revitalizációja az oktatás, turisztika és rekreáció céljaira”.

A program részét képezte egy valamivel nagyobb beruházás is, amely a barlangok megnyitásával és egy föld alatti turistaútvonal kialakításával függött össze Kadzielniben, az egykori kőfejtő lejtőinek biztosításával együtt.



A revitalizációs tevékenységek finanszírozási forrását a Kielce városa által biztosított pénzeszközök, valamint a helyi és regionális szintű környezetvédelmi és vízgazdálkodási alapokból kapott támogatások képezték.



A revitalizációs programmal összefüggő nagy beruházási tevékenységek fokozatosan valósultak meg 2008-tól kezdődően. A „Kielce Geopark rekonstrukciója” projekt az első nagy beruházás volt, amelyet az ERFA finanszírozott a Szentkereszt vajdaság 2007- 2013 operatív programja keretében.

Az összesen több mint 19 millió PLN értékű projektet 2008-2010 között valósították meg, és az 1971 óta üzemeltetett egykori Kadzielnia amfiteátrum alapos felújítását foglalta magában. Ennek részeként elsődlegesen a színpad és a nézőtér tetőjét építették meg, valamint felújították a pódiumot és a műszaki infrastruktúrát. A felújított amfiteátrum tartósan beépült a

„Kadzielnia“ revitalizált bányaterület tájképébe, és hozzájárult a turisztikai-oktatási funkció, valamint a kulturális funkció kibővítéséhez is.



A második kulcsfontosságú beruházási tevékenység a „Geoeducációs Központ építése” volt, amelyet uniós forrásokból hajtottak végre a „Świętokrzyski archeo-geológiai ösvény” nagyobb partnerségi projekt részeként. A beruházási feladatot 2010-2012-ben valósították meg, több mint 20 millió PLN értékben, amely egy modern épület létrehozásából állt, amely turisztikai, oktatási és tudományos célokat szolgálna a "Wietrznia" posztbányászati területen.



A 2012-ben átadott Geoeducációs Központ egy nagy multifunkcionális létesítmény, amely kiállítási, oktatási és konferenciatereket, valamint adminisztratív központot is tartalmaz.

A létesítmény modellértékű példája a funkcionális építészetnek a bányászati tevékenység utáni revitalizált tájba történő integrálására, valamint az oktatási és turisztikai funkciók fejlesztésére való felhasználására.

A projekt beruházási tevékenységének második szakasza az „Oktatási infrastruktúra fejlesztése a Kielce Geopark által kezelt értékes természeti területeken” címet viseli. Ennek a szakasznak a teljes értéke több mint 13 millió PLN volt.

A projekt keretében befejezésre került az oktatási infrastruktúra Kadzielnia és Wietrznia régiókban, valamint korszerűsítették a kiállítást a Geoeducációs Központban. A projekt 2019-ben fejeződött be.



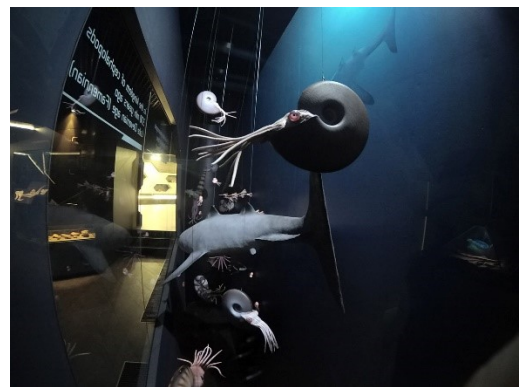
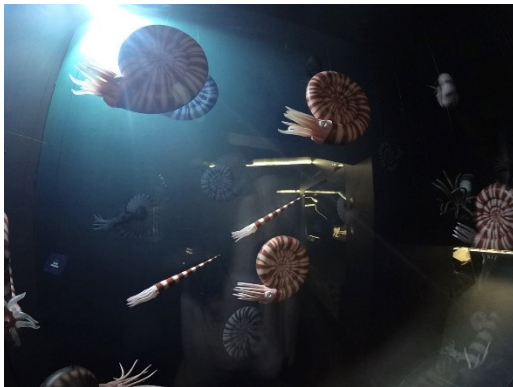
A Geoeducációs Központban megtekinthetjük az ásványok kiállítást, részt vehetünk geológiai képzésben és ásványokat csiszolhatunk. Különösen az ásványcsiszolás közkedvelt a legkisebbek körében, amikor meglátogatják ezt a létesítményt.



A látogatók a Wietrznia rezervátum tanösvényén idegenvezetőket, kihelyezett táblákat, illetve mobilalkalmazást is igénybe vehetnek a látogatásuk során.

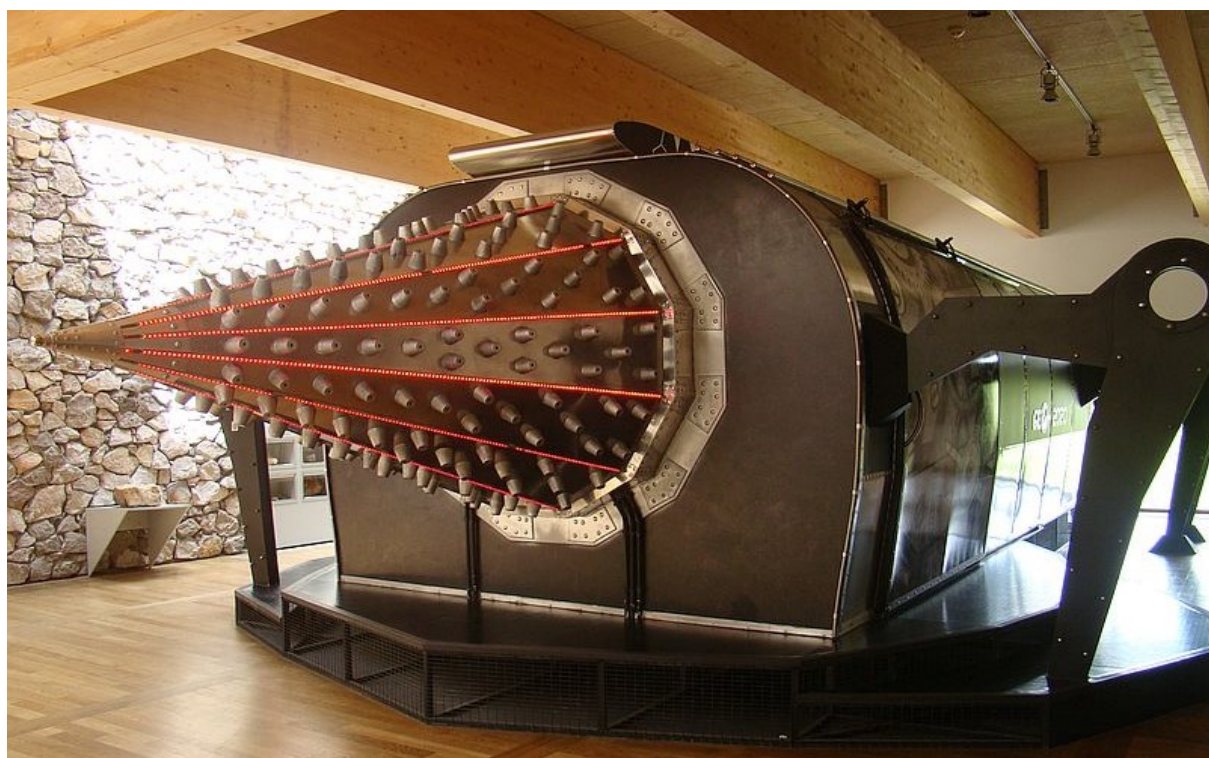


A második szakasz része volt a "Chronos" víz alatti kutatóállomás rekonstrukciója és létrehozása is. Az egész belső tér stílusosan sötét színekben pompázik. Az utunk során az információkon és táblákon kívül számtalan dioráma is vár, amelyek a tengerek és óceánok életét mutatják be, több millió évvel ezelőtt. Olyan organizmusokat fogunk találni, amelyek annak ellenére, hogy ma idegenek számunkra, nagyon elterjedtek voltak a devon kor tengerében.



Egyes modelleken nagyítás indikátor (Zoom) is látható. Ez azt jelenti, hogy a diorámán ábrázolt organizmusok nem természetes méretűek, és a pontosabb megismerés érdekében ki lettek nagyítva.

Az 5D kapszula is modernizáción esett át, és lehetővé teszi, hogy minden látogató, aki beleül, a föld belsejébe tartó utazáson vehessen részt. Oktatási központunk egyik népszerű látnivalója.



Változások történtek az épület tetején is, ahol élménykert jött létre, ahol a látogatók a tudománnyal is játszhatnak. Szeretettel meghívunk ide mindenkit. Köszönjük a figyelmet.

COMPARISON OF SECURITY SCREENING PROCEDURES FOR THE DETECTION OF EXPLOSIVES AND EXPLOSIVE DEVICES DURING ACCESS CONTROL

SZEMÉLYBELEPTETÉS SORÁN ALKALMAZHATÓ, ROBBANÓANYAG -ÉS ROBBANÓSZERKEZET-FELDERÍTÉSRE ALKALMAS BIZTONSÁGI ELLENŐRZÉSI ELJÁRÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

BUNYITAI Ákos¹³⁹, DUDÁS József¹⁴⁰, FORRAY Tamás¹⁴¹

Abstract

In terms of types of attack, the most dynamic, the fastest in time and the most destructive is the attack using explosives. The aim of this study is to briefly compare the means and methods of security screening for explosives and explosive device detection during entry.

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

Összegzés

A merénylet típusok alapján a legdinamikusabb, időben leggyorsabb lefolyású és egyben legnagyobb romboló hatással járó a robbanóanyag alkalmazásával elkövetett támadás. A tanulmány célja, hogy röviden összehasonlítsa a személybeleptetés során alkalmazható, robbanóanyag és robbanószerkezet-felderítésre alkalmas biztonsági ellenőrzések eszközeit és módszereit.

Kulcsszavak: személybeleptetés, biztonsági ellenőrzés, robbanóanyag és robbanószerkezet-felderítés.

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 vagy hátszói katonákat, rendfenntartókat vagy szimbolikus – az állam működése szempontjából kiemelt jelentőségű vagy ikonikus – építményeket célzó, egyéni vagy kis csoportok által elkövetett, sokszor öngyilkos kimenetelű akciók. Céljuk az állandó és általános félelemérzet fenntartása, a „senki sehol nincs biztonságban” érzés állandósítása, vagyis a terror.

A merénylet típusok alapján a legdinamikusabb, időben leggyorsabb lefolyású és egyben legnagyobb romboló hatással járó a robbanóanyag alkalmazásával elkövetett támadás¹⁴². Az ilyen jellegű – akár korai, előkészítési fázisban lévő – támadások még magas titkosszolgálati felderítési arány mellett is jelentős kockázatot hordoznak. A fennmaradó kockázat ésszerű mértékű csökkentése érdekében a védelmi szektorban dolgozóknak az alapfenyegetettséghez igazodóan, rendezvény és létesítmény szinten kell megtervezniük a megelőzés, elrettentés és

¹³⁹ Okl. biztonságtechnikai mérnök, ÓE-BGK Robbantástechnikai szakmérnök képzés végzős hallgatója, fizikai védelmi főszakértő. E-mail: bunyitai.akos@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8190-7488.

¹⁴⁰ Biztonságtechnikai mérnök, ÓE-BGK Robbantástechnikai szakmérnök képzés végzős hallgatója, oktatási és minőségügyi vezető. E-mail: dudasjozsef70@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8829-8662.

¹⁴¹ Okl. biztonsági szervező, fizikai védelmi főszakértő. ORCID: 0000-0003-1505-9585.

¹⁴² Institute for Economics & Peace: Global Terrorism Index 2022 Measuring The Impact of Terrorism jelentése alapján (Figure 2.13) az európai, közel-keleti, észak-afrikai és dél-ázsiai régiókban 2007-2021 között elkövetett terrortámadások jelentős többségénél alkalmaztak robbanóanyagot. [9]

hatáscsökkentés hatékony eszközeit. Gondos, előrelátó tervezéssel emberéletek menthetők, az állam működése szempontjából létfontosságú funkciók tarthatók fenn. [5]

Jelen tanulmány célja, hogy röviden összehasonlítsa a személybeléptetés során személy-és vagyonőr, illetve fegyveres biztonsági őr által alkalmazható, robbanóanyag és robbanószerkezet-felderítésre alkalmas biztonsági ellenőrzések eszközeit és módszereit.

A robbantás elleni védekezés, vagyis a robbanás hatásának mérséklésének leghatékonyabb módja a robbanóanyag védendő létesítménytől történő távoltartása. A védendő objektum körül húzódó biztonsági zóna nagysága jó esetben a létesítményre vonatkozó tervezési alapfenyegetettség alapján, kockázatelemzés elvégzésével, a vállalható fennmaradó kockázat – emberi vagy állati szervezetben okozott sérülés, épített vagy természeti környezet rongálódása – alapján kerül meghatározásra, figyelembe véve a fennmaradó kockázat mértékét. Erre a legkritább esetben van csak lehetőség, jellemzően gazdasági és építészeti, beépíthetőségi szempontok alapján kerül kijelölésre és a telekhatárig tart. A biztonságtechnikai szakemberek feladata legtöbbször a helyi adottságok figyelembevételével az ésszerűen elérhető legnagyobb mértékű biztonság elérése. Ennek érdekében a létesítmény telekhatárán, mechanikai és elektronikai perimétervédelem kialakítása javasolt. A kialakított mechanikai elemeken – jellemzően kerítés – keresztül történő átjárás ellenőrzött belépési pontokon keresztül valósítható meg. [12][15]

Az ellenőrző pontokon személy és teherforgalom haladhat át, így személyek és különféle emberi vagy állati erővel hajtott (kerékpár, roller, stb.), illetve gépjárművek (motor, személygépjármű, tehergépjármű, vonat, stb.) felügyelt be-ki közlekedését egyenszilárd módon szükséges megvalósítani. [1]



1. ábra (forrás: MS Office)

A beléptetés két fő részből áll:

- a létesítmény területére történő belépési jogosultság ellenőrzése,
- a területre nem bevihető, ú.n. „tiltott anyagok és tárgyak” kiszűrésére irányuló biztonsági ellenőrzés.

A fentiek kiegészülhetnek a be-és kiszállítás során felmerülő feladatokkal, vagyonvédelmi ellenőrzéssel stb.

Az objektumvédelemre vonatkozó ajánlások nem egységesek a tekintetben, hogy kívülről befelé haladva először jogosultság ellenőrzést vagy biztonsági ellenőrzést javasolt-e végrehajtani. Ha a jogosultság ellenőrzést hajtjuk végre előbb, annak az az előnye, hogy a több időt igénylő biztonsági ellenőrzésig csak a területre valós belépési jogosultsággal rendelkezők jutnak el, így egyrészt a belépési jogosultsággal nem rendelkezők nem lassítják a beközeledést, másrészt nem tudják kitapasztalni a biztonsági ellenőrzés gyengeségeit. Ha a biztonsági ellenőrzést hajtjuk végre előbb, annak az az előnye, hogy a tiltott anyag vagy tárgy szűrése a lehető legkorábban megvalósul, az elérhető legtávolabb tartva a védendő objektumtól és jó eséllyel a hátralévő értékes távolság, illetve számos, a támadó által leküzdendő mechanikai akadály (ajtó, forgóvilla, forgókereszt stb.) lehetőséget nyújt az ellenőrző ponton szolgálatot teljesítő élőerőnek a jogellenes cselekmény megakadályozására. [2]

Tiltott anyag és tárgy alatt legtöbbször az alábbiakat értjük:

- robbanószerkezetek és összeállításukhoz szükséges anyagok, eszközök; így különösen a robbanóanyagok, gyutacsok és detonátorok (működtető szerkezet);
- lőfegyverek¹⁴³, illetve lőfegyvernek látszó tárgyak, továbbá lőszer, illetve alkotóelemei (lővedék, lőpor, gyúelegy, töltényhüvely);
- közbiztonságra különösen veszélyes eszközök¹⁴⁴;
- a védelmi rendszer detektáló és/vagy feltartóztató képességét befolyásoló eszközök, berendezések, anyagok;
- a vezetékes vagy vezeték nélküli telekommunikációt zavaró berendezések; így különösen a frekvencia blokkolók;
- drónok, UAV-k¹⁴⁵;
- minden olyan egyéb eszköz, amely a védett objektumra, az ott tartózkodó személyekre és folyamatokra veszélyt jelenthet.

A „tiltott anyagok és tárgyak” távoltartása vagy kontrollált beszállítása érdekében biztonsági szűrésük szükségzerű az ellenőrző pontokon. A mélységben tagolt védelem elvét követve, kívülről befelé szigorodó ellenőrzési metódus kerül megvalósításra. Az egyenszilárdság elvét szem előtt tartva a személy (ruházatának és csomagjának) és jármű (külső-belső tereinek és

¹⁴³ 2004. évi XXIV. törvény a lőfegyverekről és lőszerekről 2.§ 16.

¹⁴⁴ 175/2003. (X. 28.) Korm. rendelet a közbiztonságra különösen veszélyes eszközökről.

¹⁴⁵ UAV ang. Unmanned Aerial Vehicle, pilóta nélküli légi jármű.

rakterének) ellenőrzése konzisztens kell, hogy legyen. A tanulmánynak nem témája a jármű biztonsági ellenőrzése. [2][3]

A robbanóanyag felderítés nehézsége, hogy egy beléptetés során az őrszolgálatnak sem ideje, sem lehetősége, megfelelő képzettsége és eszközei nincsenek ahhoz, hogy egy gyanús anyagról megállapítsák, hogy robbanóanyag-e. Ennek megállapítása vegyészeti feladat. [8]

Az őrszemélyzet feladata, hogy a robbanóanyag-gyanús anyagokat robbanóanyagként kezelje, valamint az élet- és vagyonbiztonság megóvása érdekében a lehető legkorábban életbe léptesse a vonatkozó protokollt, amely legtöbbször a kiürítés, területzárás, gyanús személyek visszatartása, a rendőrség – és rajtuk keresztül a Készenléti Rendőrség ügyeletének, valamint a Terrorelhárítási Központ ügyeletének, katonai robbanószerkezet találása esetén pedig a Magyar Honvédség Tűzszerész Ügyelet – értesítése feladatokból áll. [17] A feltételezett robbanószerkezet azonosítása, hatástalanítása, elszállítása és megsemmisítése a kirendelt tűzszerész járőr feladata. ^{146, 147, 148} Összeszerelt robbanószerkezet felderítése során az általánosan előforduló – sok esetben jól felismerhető – ismertetőjegyek, összetevők kereshetők:

- robbanóanyag,
- detonátor,
- kábel,
- tápforrás,
- gyújtó (teherelvételre, nyomásra, húzásra, botlásra, időre aktiválódó).

A személybeléptetés során alkalmazható, robbanóanyag felderítésre alkalmas biztonsági ellenőrzési eljárások leggyakrabban az alábbiak:

- ruházat átvizsgálás manuálisan,
- manuális csomagvizsgálat,
- kézi fémdetektor,
- teljes magasságú fémdetektor kapu,
- testszkenner
 - „kabinos”,
 - „kapus”,
 - „nagy áteresztő képességű”
- csomagrontgen,

¹⁴⁶ 142/1999. (IX. 8.) Korm. rendelet a tűzszerészeti mentesítési feladatok ellátásáról.

¹⁴⁷ 30/2011. (IX. 22.) BM rendelet a rendőrség szolgálati szabályzatáról.

¹⁴⁸ 295/2010. (XII. 22.) Korm. rendelet a terrorizmust elhárító szerv kijelöléséről és feladatai ellátásának részletes szabályairól.

- CT csomagröntgen,
- robbanóanyag-nyom felderítő.

A tanulmánynak nem témája az állatokkal (kutya, méh stb.) végrehajtott robbanóanyag-keresés.

Kiemelendő, hogy az eljárások összehasonlítása során a biztonsági ellenőrzés céljából tervezett rendszerek minimálisan az alábbi követelményeket kell, hogy teljesítsék:

- **Teljes alakos fémdetektor kapu** (ld. 2. ábra¹⁴⁹) [4]
 - o elektromágneses összeférhetőségű (EMC);
 - o nemzetközi biztonsági szabványok közvetlen beállítására alkalmas;
 - o a fémtárgy helyzetétől és irányától függetlenül érzékeli azt;
 - o fém érzékelésekor jól látható és hallható jelzést ad;
 - o vas (rozsdamentes acél is) - és színesfém tartalmú tárgyak érzékelésére képes
 - o megfelel a U.S. Department of Justice NIJ 0601.02 „Walk-Through Metal Detectors for Use in Concealed Weapon and Contraband Detection” Standard¹⁵⁰ szerinti „LO” (nagy méretű tárgy; ang. Large Object Size) és „MO” (közepes méretű tárgy; ang. Medium Object Size) tesztelésére vonatkozó javaslatoknak;
 - o teljes testmagasságú kapu a személynél lévő fémtárgyak észlelésére alkalmas;
 - o opcionális és állítható mértékű véletlen kiválasztás további átvizsgálásra;
 - o jól látható dupla kijelzője egy vagy több veszélyes tárgy egyidejű jelzésére alkalmas;
 - o multi zónás kijelzőjű;
 - o a jelzése arányos a detektált tárgy fémtömegével (arányos hosszúságú fény és hangjelzés jelzés);
 - o nagy átbocsátási kapacitású, detektálási sebessége min. 10m/s;
 - o magas áthaladási sebesség mellett is sikeres a detektálás (max. 5 m/s);
 - o ártalmatlan a pacemaker vagy más életfunkciót támogató műszert viselőkre, állapotos nőkre, mágneses adathordozókra;
 - o olyan kijelzővel rendelkezik, ami mutatja a készülék üzemállapotát;
 - o védett kezelőfelületű (az érzékenységet csak az arra jogosult személyek tudják állítani).



2. ábra CEIA SMD 601 Plus teljes alakos fémdetektor kapu

¹⁴⁹ Forrás: <https://www.ceia.net/security/product.aspx?a=smd601%20plus%20loss%20prevention&lan=es1>, letöltve: 2022.04.29.

¹⁵⁰ U.S. Department of Justice, Office Justice Programs National Institute of Justice: Standard for Walk-Through Metal Detectors for Use in Concealed Weapon and Contraband Detection, NIJ Standard 0601.02, 2000

– **Kézi fémdetektor eszköz** (ld. 3. ábra¹⁵¹)

- hordozható kialakítású;
- könnyű kezelhetőségű;
- interferenciaforrás nem befolyásolja a működését;
- LED-es/vibrációs/akusztikus visszajelzésű;
- vas (rozsdamentes acél is) és színesfém tartalmú tárgyak érzékelésére alkalmas;
- min. 20cm érzékelési hosszal, 360°-os érzékeléssel rendelkezik;
- rendelkezik olyan kijelzővel, ami mutatja működik-e a készülék;
- fröccsenő víz ellen védett burkolatú (min. MSZ EN 60529 IP44¹⁵²);
- nemzetközi biztonsági szabványok közvetlen beállítására alkalmas;
- megfelel a U.S. Department of Justice NIJ 0602.02 „Hand-Held Metal Detectors for Use in Concealed Weapon and Contraband Detection” Standard¹⁵³ szerinti „LO” (nagy méretű tárgy; ang. Large Object Size) és „MO” (közepes méretű tárgy; ang. Medium Object Size) tesztelésére vonatkozó javaslatoknak;
- kezelői beavatkozástól védett (az érzékenységet csak az arra jogosult személyek tudják állítani);
- elemes (min. 80 óra működési időtartam) vagy akkumulátoros (min. 20 óra működési időtartam) megtáplálású.



3. ábra
CEIA PD140N
kézi fémkereső

– **Testszkenner** (ld. 4. ábra¹⁵⁴)

- teljes alakos testszkenner kivitelű;
- érzékeli a fémanyagú és a nem fémanyagú, az emberi bőrtől különböző – a vizsgált személy testén vagy ruházatában elhelyezett – tárgyakat és robbanóanyagokat;
- tiltott tárgyak (fém, kerámia, műanyag) és anyagok (folyadék, gél, por) automatikus kimutatására képes;

¹⁵¹ Forrás: <https://www.ceia.net/security/product.aspx?a=PD140N>, letöltve:2022.04.29.

¹⁵² MSZ EN 60529:2015, Villamos gépjárművek burkolatai által nyújtott védelembeli fokozatok (IP-kód) (IEC 60529:1989)

¹⁵³ U.S. Department of Justice, Office Justice Programs National Institute of Justice: Hand-Held Metal Detectors for Use in Concealed Weapon and Contraband Detection, NIJ Standard 0602.02, 2003

¹⁵⁴ Forrás: https://www.rohde-schwarz.com/cz/products/aerospace-defense-security/security-scanner/rs-qps-walk2000_63493-978496.html, letöltve: 2022.04.28.

- a tárgy helyzetétől és irányától függetlenül érzékel;
- a kimutatott tárgyak helyét sematikus emberalakon mutatja (megfelel az „ATR”, ang. Automated Target Recognition, automatikus célfelismerő szoftver követelményeinek);¹⁵⁵
- a képeket duplikáltan jeleníti meg (vizsgálatot végző és vizsgált személy részére);
- a képeket a szkennel nem tárolja, a képelemzést követően törli;
- min. 200 fő/óra vizsgálati sebességű;
- nem ionizáló sugárzással működő;
- rendelkezik olyan kijelzővel,
- ami mutatja működik-e a készülék.



4. ábra Rohde&Schwarz Walk2000 kapus testszkennel

– **Csomagvizsgáló berendezés** (ld. 5. ábra¹⁵⁶) [4]

- tiltott tárgyak (pl. közbiztonságra veszélyes eszközök) és anyagok kimutatására (pl. robbanóanyag, narkotikum) különböző halmazállapotban is (szilárd, folyékony, aeroszol, gél) alkalmas;
- operátori kép-kiértékelés magas felbontású röntgenképekkel, képfeldolgozó szoftver segítségével lehetséges;
- anyagok megkülönböztetésére alkalmas (Z_{eff} alapján minimum három anyag: szerves, szervetlen, fém);
- a különböző anyagok kijelzőn történő mesterséges színezését automatikusan elvégzi;
- képes legalább 5 mm fém átvilágítására;
- a sugárzás számára áthatolhatatlan anyagokat vizuálisan jelzi;
- szerves anyagokat kijelzőjén kiemeli/eltűnteti;



5. ábra Smiths Detection HI-SCAN 6040i csomagráöntgen

¹⁵⁵ Forrás: <https://epic.org/documents/epic-v-tsa-body-scanner-modifications-atr/>, letöltve: 2022.04.29.

¹⁵⁶ Forrás: <https://www.smithsdetection.com/products/hi-scan-6040i/>, letöltve: 2022.04.29.

- optimalizált háttérkontrasztú;
 - tárgykontúr-javító funkcióval ellátott;
 - operátor éberség figyelő „TIP” -képek feldobását automatikusan végzi;
 - képes a kezelő képzésére OTS¹⁵⁷
 - távoli képértékelési funkcióval vagy „remote screening” -el (a kép értékelését végző külön helyiségben) is működik;
 - képes felügyeleti, ismételt ellenőrzésre képet továbbítani (Level 2-3)
- Az átvizsgált tárgyak közül a veszélyesnek ítélt és (egy gomb megnyomásával kijelölt) röntgenképet a rendszer továbbítja másodlagos- utóellenőrzésre egy munkaállomás részére.
- olyan kijelzővel rendelkezik, ami mutatja a készülék üzemállapotát;
 - kezelőnként saját felhasználói kód állítható rajta, a felhasználó tevékenységét a rendszer ezen azonosítóval ellátva rögzíti;
 - a kép bármely részének legalább nyolcszoros nagyítású megjelenítésére képes.
- **Robbanóanyagnyom-felderítő eszköz** (ld. 6. ábra¹⁵⁸) [4]
- alkalmas a szennyezett felületeken, csomag vagy szállítmány tartalmában nyomokban jelen lévő szemcsék vagy gőzök begyűjtésére és elemzésére és a robbanóanyagok jelenlétének riasztással való jelzésére;
 - a kimutatási küszöbértéke kábítószer¹⁵⁹től függően (kokain, heroin, LSD, stb.) 1-5 ng, meghatározott robbanóanyagra (TNT, RDX, PETN, Semtex, stb.) [7] 50-200 pg;
 - hordozható eszköz;
 - használatához nincs szükség sugár-egészségügyi engedélyre;
 - a maximális kimutatási idő 10s.



6. ábra Smiths Detection IonScan 600 robbanóanyag-nyom-felderítő

A fentiekben felsorolt személybeléptetés során alkalmazható, robbanóanyag-felderítésre alkalmas biztonsági ellenőrzési eljárások összehasonlítását az alábbi ábra (7. ábra¹⁵⁹) mutatja be:

¹⁵⁷ Operator Training System vagy az újabb nevén SDTS (Smiths Detection Training System) de az OTS „gyártó semlegesebb”. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a kezelő szabadidejében elindíthat a berendezésen egy olyan programot, amely a TIP könyvtárhoz hasonló könyvtár struktúrából, felrak a monitorra röntgenképeket, amelyek tartalmaznak (vagy nem) veszélyes- fenyegetést jelentő tárgyakat. A kezelő a TIP rendszerhez hasonlóan megnyom egy gombot, ha felismeri a keresett tárgyat. Az operátor a jelzésben nem tud különbséget tenni, tehát nem jelzi, hogy milyen típusú fenyegetést ismert fel, de a rendszer statisztikát készít a tárgyakból akárcsak a TIP funkció.

¹⁵⁸ Forrás: <https://www.smithsdetection.com/products/ionscan-600/>, letöltve: 2022.04.29.

¹⁵⁹ Forrás: gyártók képviselőivel történő szakmai egyeztetések és saját tapasztalatok alapján készített saját ábra

ellenőrzési eljárás		áteresztőképesség (fő/óra vagy csomag/óra)	detektálóképesség			szükséges kezelői képzettség	elfogadottság
ruházat átvizsgálás manuálisan	felületes		nem fém	kis méretű fém	robbanószerkezet		
	alapos	~20-60	+++	+++	+++	magas	alacsony
manuális átvizsgálás kézi fémkeresővel	felületes	~180-240	+	++	+	közepes	közepes
	alapos	~20-60	+++	+++	+++	magas	alacsony
manuális csomagvizsgálat		~12-120	+	+	+	alacsony	közepes
kézi fémkereső		~200	-	+	-	alacsony	magas
teljes magasságú fémdetektor kapu		~3000	-	+	-	alacsony	magas
testszenker	kabinos	~400	+++	+++	+++	alacsony	közepes
	kapus	~1000	++	++	++	alacsony	magas
csomagrontgen		~240	++	++	++	közepes	magas
CT		~180	+++	+++	+++	magas	magas
robbanóanyag-nyom felderítő		~120	-	-	+++	alacsony	közepes

7. ábra Személybeléptetés során alkalmazható biztonsági ellenőrzési eljárások összehasonlítása [11]

Az átvizsgálás pontos menetét a létesítményre vonatkozó őrutasítás kell, hogy tartalmazza, mely nem témája a tanulmánynak, a fenti táblázat azonban feltételezi az eljárás áteresztőképességénél és detektálóképességénél, hogy megfelelően képzett és gyakorlott, az adott eljárásra jogszabályi felhatalmazással rendelkező őrszemélyzet hajtja végre.

Minden eljárásnak vannak előnyei és hátrányai, jogszabályi háttere, a továbbiakban ezek kerülnek bemutatásra.

A személy átvizsgálás tekintetében:

A vonatkozó jogszabályok¹⁶⁰ általános érvényű és egyértelmű felhatalmazást nem adnak a személyek ruházatának – megelőző intézkedésként – kézzel történő átvizsgálására. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy szabálysértés vagy bűncselekmény elkövetése tetten érésének hiányában a területre, objektumba történő be, illetve kilépés során nem végezhető kézzel történő ruházat átvizsgálás. Ugyanakkor a területre, objektumba belépő személyek ellenőrzésére fegyver-, illetve robbanóanyag-kutató műszerek alkalmazása lehetséges. [14] A jogszabályokban rögzített jogosultságok alapján így megkülönböztethetjük a

- megelőző intézkedésként különböző eszközök (pl. kézi fémdetektor, fémdetektor kapu, testszenker, robbanóanyag-nyom felderítő) alkalmazásával végrehajtott ruházat átvizsgálást,

¹⁶⁰ 2005. évi CXXXIII. törvény a személy- és vagyonvédelmi, valamint a magánnyomozói tevékenység szabályairól,
1997. évi CLIX. törvény a fegyveres biztonsági őrségről, a természetvédelmi és a mezei őrszolgálatról,
22/2006. (IV. 25.) BM rendelet a személy- és vagyonvédelmi, valamint a magánnyomozói tevékenység szabályairól
szóló 2005. évi CXXXIII. törvény végrehajtásáról,
27/1998. (VI. 10.) BM rendelet a fegyveres biztonsági őrség Működési és Szolgálati Szabályzatának kiadásáról

- és a szabálysértés vagy bűncselekmény elkövetésén tetten ért személy ruházatának kézzel történő átvizsgálását.

A szabálysértés vagy bűncselekmény elkövetésén tetten ért személy birtokában lévő, bűncselekményből vagy szabálysértésből származó vagy annak elkövetéséhez használt dolgok, illetve támadásra alkalmas eszközök elvehetők, ez kézzel történő ruházat átvizsgálással is történhet. A szakszerű, hatékony, alapos **manuális, kézzel történő ruházat átvizsgáláshoz** jól képzett és gyakorlott, – lehetőség szerint – az átvizsgált személlyel azonos nemű őrszemélyzet, valamint, ha a személy – és vagyonbiztonságot közvetlenül nem veszélyeztet, átvizsgáló helyiség szükséges. Az átvizsgálás időtartama az átvizsgálandó személy ruházatának függvénye. Az átvizsgálás alatt az átvizsgálást végző őr biztosítását egy másik őr végzi. A ruházat levétele nem sértheti a vizsgált személy emberi méltóságát. [13]

A **kézi fémdetektorral támogatott ruházat átvizsgálás** alkalmazható megelőző intézkedésként, amely megnöveli az áteresztőképességet és a fém tárgyak felderítési valószínűségét. További fontos szempont, hogy a kézi fémdetektorral átvizsgálás előtt kiszűrhetők a fém alapú szűrő-vágó és lőfegyverek. A robbanóanyag felderítését azonban nem, és robbanószerkezetek felderítését is csak kis mértékben segíti. Személy- és vagyonőr, illetve fegyveres biztonsági őr a vizsgálat során a fémdetektor jelzéseire támaszkodva felszólíthatja az intézkedés alá vont személyt a jelzést okozó tárgy bemutatására, ruházatát megelőző intézkedésként így sem jogosult átvizsgálni.

Manuális, kézzel végzett csomagvizsgálat a csomag méretétől és a benne lévő tárgyak elhelyezésétől függően akár több percet is igénybe vehet, a csomagkialakítás sok rejtési lehetőséget hordoz, ezért a tiltott anyag és tárgy felderítési aránya széles skálán változhat. Nagy mennyiségű (több száz gramm) robbanóanyag, illetve nagy méretű robbanószerkezet jó aránnyal detektálható. Az átvizsgálás az intézkedés alá vont személy előzetes jóváhagyása követően lehetséges, amelyet célszerű egy külön erre a célra kialakított helyiségben végrehajtani a csomag birtokosa jelenlétében.

A **teljes magasságú fémdetektor kapu** előnye a kézi fémdetektorral szemben, hogy a vizsgálatot kiértékelő őrnök nem kell a vizsgált személyhez közel mennie és az eszköz jelzéseiből jó közelítéssel be tudja határolni a detektált fém tárgy helyét. Ugyanakkor a robbanóanyagok és robbanószerkezetek felderítését bizonytalan mértékben segíti (pl. akkor, ha nagy mennyiségű fémes repeszkepző van benne).

A **testszkennerrrel** történő szűrés során, a gép által alkotott kép segítségével történik a gép által jelzett helyen lévő tárgy beazonosítása. Az őr először megkérheti a vizsgált személyt, hogy

együttműködéssel segítse és gyorsítsa a biztonsági ellenőrzést, vegye elő, mutassa meg, hogy mit jelezhetett a gép, pl. maradt-e valami a zsebében. Ez a metodika esetenként problémát jelenthet, mert működésbe hozható egy robbanószerkezet, ugyanakkor a támadó ezt megteheti bármikor korábban is, így többlet kockázatot nem jelent. Ha a vizsgált személy nem együttműködő vagy nem vezet eredményre az együttműködés, javasolt felsőruházat átvizsgálás elvégzése. A vizsgáló berendezés beszerzése relatíve nagy költség. Az ellenőrzési eljárás elfogadottsága az elmúlt években jelentősen nőtt, köszönhetően annak, hogy a gép által megjelenített kép már nem a test körvonalait mutatja, hanem csak egy stilizált ember alakot, melyen megjelöli a detektált tárgyat. A testüregben elhelyezett tárgyak detektálására ez a módszer sem alkalmas (kivéve a transmitter, azaz átmenő röntgensugárzással működő testszkennereket), ugyanakkor kedvező elrettentő ereje, gyors és hatékony detektáló képessége alkalmassá teszi nagy forgalmú és nagy biztonságú beléptetés végrehajtására. A technológia folyamatosan fejlődik, az elmúlt időszakban megjelentek a „kapus” testszkennerek is, amelyek a vizsgált személy megállása nélkül, egy kapun történő áthaladással képesek valós idejű detektálásra. Az áteresztési kapacitás növekedésével a tiltott tárgyak felderítési aránya csökkent, ugyanakkor a védelmi koncepciókba jól illeszthetőek azok a típusok, amelyek mintegy előszűrőként nagylétszámú beléptetésre képesek (több száz-ezer ember átvizsgálása óránként). Megjegyzendő, hogy – jelenleg – a maroklófegyvereknél nagyobb tárgyak felderítésére képesek (jellemzően improvizált robbanószerkezetekkel és automata fegyverekkel hajtják végre a halálos a terrorista támadások 70%-át)¹⁶¹. Robbanóanyag és robbanószerkezet felderítési valószínűsége már kis mennyiségnél, kis méretnél is kedvező. A fejlesztések abba az irányba mutatnak, hogy a testszkennerek egyre jobb felismerő képességeit a mesterséges intelligencia bevonásával úgy implementálják a biztonsági rendszerekbe, hogy a kezelők a személyiségi jogok sérülése nélkül kapjanak nagyon pontos információkat az esetleges fenyegetést jelentő vagy tiltott tárgyak elhelyezkedéséről, pontosan azonosítva is a tárgyakat.

A csomag átvizsgálás tekintetében:

Kézi fémdetektor különálló használata csak elnagyolt, felületes előszűrésre alkalmas, nagy méretű fémes szűrő-vágó és lőfegyverek magas felderítési aránnyal, robbanóanyagok és robbanószerkezetek alacsony felderítését bizonytalan mértékben segíti (pl. akkor, ha nagy mennyiségű fémes repeszképző van benne).

¹⁶¹ Az IHS Markit JTIC National Consortium for the Study of Terrorism and Responses to Terrorism (Marylandi Egyetem) jelentésében kapott adatok

A **csomagröntgen** segítségével végrehajtott csomagvizsgálat jogalapját adja, hogy a személy-és vagyonőr, illetve fegyveres biztonsági őr jogosult a területre belépők ellenőrzésére fegyver- illetve robbanóanyag-kutató műszert alkalmazni. A csomagot annak tulajdonosának hozzájárulásával – ráutaló magatartásával – vizsgálja át műszerrel az őrszemélyzet, a csomag tartalmával annak tulajdonosának kell tisztában lennie (pl. orvosi röntgenfilm károsodhat a csomagröntgen gépben történő átvilágítás során). A megfelelően képzett kezelőszeméllyel nagyon jó hatásfokkal felderíti a tiltott anyagokat és tárgyakat, a robbanóanyag érzékelés a berendezés kialakításától (egy-több röntgengenerátor, multi energia, detektorszám stb.) és a szoftveres támogatottságtól függ. Ha azonban a robbanószerkezet minden komponense egy csomagban található, a detektálás valószínűsége magas. Ugyan a csomagröntgen képét kiértékelő operátornak általában csak néhány másodperce van kiértékelni a csomag röntgenképét, bizonytalanság esetén több nézetből is van lehetősége megnézni a csomagot, többféle automatikus és szoftveres opció segítségével igénybe veheti (szerves-szervetlen leválasztás, automatikus veszélyes anyag detektálás, kontraszt kiemelés, mesterséges intelligenciával történő tárgy- és anyag felismerés stb.) és szükség szerint bevonhatja kollégáját (2.-3. szintű ellenőrzés) a kép kiértékelésébe vagy akár ki is nyitathatja a csomagot a tulajdonosa jelenlétében és közreműködésével. Az eljárással olyan rejtett eszközök is felderíthetővé válnak, amik egy alapos manuális csomagvizsgálat során nem, tekintettel arra, hogy „nem látunk bele” – az akár veszélytelen eszközöknek álcázott – tárgyakba. [10][14]

A Computer Tomográf, vagy más néven **CT** elven működő csomagröntgen további lehetőségeket nyújt: a megröntgenezett csomag képe 3D-ben virtuálisan megforgatható, így a fedésben, „árnyékban” lévő tárgyak is azonosíthatóvá válnak, illetve nagy biztonsággal megállapíthatóvá válik a tárgyak tényleges háromdimenziós mérete. A CT technológiára épülő mesterséges intelligenciát alkalmazó automatikus fenyegetés felismerő szoftverek nem csak a vizsgált tárgyakat alkotó anyagokat ismerik fel, hanem a tárgyak voxelpontos térfogatát is, amely alapján az alak- és anyag felismerés a fenyegetés típusát is meghatározza (szűrő vágó eszköz, fegyver, fegyveralkatrész, robbanószer stb.) A kezelők a szoftverek segítségével már pontosan körülhatárolt (a csomag egyéb részeiről leválasztott) és azonosított képrészleteket, tárgyakat vizsgálnak.

Robbanóanyag-nyom felderítő alkalmas a személyen, annak ruházatán, csomagján vagy egyéb tárgyon található, kis mennyiségű robbanóanyag detektálására. Az eszköz jelenleg még nem alkalmas nagy létszámú személybeléptetésre, ugyanakkor szűrőpróbaszerű ellenőrzéssel, véletlen kiválasztással vagy gyanú esetén alkalmazva a helyszínen, legpontosabban meghatározza robbanóanyag vagy lőpor nyomának jelenlétét. A robbanóanyag-nyom detektorok nem csak a

jelenlévő anyagokat képesek kimutatni, hanem az esetleges szennyezéseket is. (például a robbanószerkezet készítőjén vagy az álcázásra használt eszközök maradt mikron nagyságú szennyeződések), így a felderítés nem korlátozódik magára a robbanó anyagra, hanem az azzal kapcsolatba került személyek, tárgyak is felderíthetők. [6][10]

Általánosságban elmondható, hogy a manuálisan, kézzel végzett vizsgálatok csak tettenérés esetén alkalmazhatók, megelőző intézkedésként, előszűrésként nem, elfogadottságuk nem túl kedvező, tekintettel arra, hogy az emberek nem szeretik, ha idegenek érnek hozzájuk, illetve személyes tárgyaikhoz ugyanakkor a vizsgálat elvégzése veszélyes a folyamatos kontakt miatt.

Jól képzett és gyakorlott őrszemélyzet alapos vizsgálattal jó eséllyel megtalálhatnak fegyvereket, robbanóanyagot és robbanószerkezetet, azonban a szétszerelt és/vagy álcázott robbanószerkezet komponensek felderítési aránya bizonytalan.

Minden ellenőrzés és vizsgálat őrszemélyzet felügyelete alatt, illetve a manuális keresést végző biztosítása mellett történik, így az élőerő igénye magas, valamint folyamatosan igényli a személyzet ellenőrzését a vizsgálatok megfelelő és elvárt végrehajtása miatt.

A biztonsági ellenőrzést segítő eszközök, berendezések alkalmazásával jelentősen csökkenthető a vizsgált személy, illetve csomag és a vizsgálatot végző közti fizikai kontaktus; növelhető az ellenőrzőpont áteresztőképessége és ezzel együtt a robbanóanyagok és robbanószerkezetek felderítési valószínűsége. [16]

A fenti összehasonlítás alapján kijelenthető, hogy a technika fejlődésével a személybeléptetés során több lehetőség is van a robbanóanyag és robbanószerkezet detektálásra, az adott objektum biztonságáért felelős személynek a feladata mérlegelni, hogy milyen biztonsági ellenőrzés javasolt.

A tanulmány igyekezett rámutatni a robbanóanyag jelentette biztonsági kockázatokra és röviden összefoglalni azokat a személybeléptetés biztonsági ellenőrzése során alkalmazható eljárásokat, amelyek megfelelően hatékonyak a robbanóanyag -és robbanószerkezet felderítésre. Bemutatásra kerültek a leggyakrabban alkalmazott módszerek előnyei és hátrányai, kitekintéssel az új és fejlesztés alatt álló eszközökre, megoldásokra.

Megállapítást nyert, hogy a létesítmény telekhatári kerítésén – illetve a többi védelmi zónán – történő átjárhatóságot úgy szükséges biztosítani, hogy az ne gátolja túlzott mértékben az üzemvitelt, ügymenetet, ugyanakkor a védendő létesítményhez vagy rendszerhez közeledve jól átgondolt belépési protokollal, jogosultsági és biztonsági ellenőrzések megfelelően kialakított, kockázatelemzésre épülő lépcsőivel lássa el védelmi funkcióját. Vagyis legyen gyors, hatékony, megbízható, könnyen kezelhető és érje el a kívánt biztonsági szintet, töltsen be biztonsági ellenőrző funkcióját.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Jogszabályok

Magyarország Alaptörvénye

2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről

2004. évi XXIV. törvény a löfegyverekről és lőszerokről

2005. évi CXXXIII. törvény a személy- és vagyonvédelmi, valamint a magánnyomozói tevékenység szabályairól

1997. évi CLIX. törvény a fegyveres biztonsági őrsegről, a természetvédelmi és a mezei őrszolgálatról

22/2006. (IV. 25.) BM rendelet a személy- és vagyonvédelmi, valamint a magánnyomozói tevékenység szabályairól szóló 2005. évi CXXXIII. törvény végrehajtásáról

27/1998. (VI. 10.) BM rendelet a fegyveres biztonsági őrseg Működési és Szolgálati Szabályzatának kiadásáról

175/2003. (X. 28.) Korm. rendelet a közbiztonságra különösen veszélyes eszközökről

142/1999. (IX. 8.) Korm. rendelet a tűzszerészeti mentesítési feladatok ellátásáról

30/2011. (IX. 22.) BM rendelet a rendőrség szolgálati szabályzatáról

295/2010. (XII. 22.) Korm. rendelet a terrorizmust elhárító szerv kijelöléséről és feladatai ellátásának részletes szabályairól

Szabványok, ajánlások

MSZ EN 60529:2015, Villamos gépjárművek burkolatai által nyújtott védettség fokozatok (IP-kód) (IEC 60529:1989)

U.S Department of Defense Unified Facilities Criteria (UFC)

- DoD Minimum Antiterrorism Standards for Buildings, UFC 4-010-01, 9 February 2012
- Entry Control Facilities Access Control Points, UFC 4-022-01, 27 July 2017
- DoD Security Engineering Facilities Planning Manual, UFC 4-020-01, 11 September 2008

U.S Department of Homeland Security

- Risk Management Series Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings, FEMA-426, december, 2003
- Risk Management Series Site and Urban Design for Security, Guidance Against Potential Terrorist Attacks, FEMA-430, december, 2007

U.S. Department of Justice, Office Justice Programs National Institute of Justice

- Standard for Walk-Through Metal Detectors for Use in Concealed Weapon and Contraband Detection, NIJ Standard 0601.02, 2000
- Hand-Held Metal Detectors for Use in Concealed Weapon and Contraband Detection, NIJ Standard 0602.02, 2003

United Nations Office for Project Services (UNOPS): Technical Guidance for Prison Planning, Technical and operational considerations based on the Standard Minimum Rules for the Treatment of Prisoners, UNOPS, Copenhagen, 2015

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [1] BUNYITAI Ákos – SIPOS Jenő: Rejtett szűrő-vágó –és lőfegyverek jellemző anyaga és kialakítása, Hadmérnök, IV. évfolyam, 4. szám, 2009/4., ISSN:1788-1919.
- [2] BUNYITAI Ákos: Beléptető rendszerek sebezhetőségi pontjainak rendszerezése, Nemzetközi Gépész és Biztonságtechnikai Szimpózium, Budapest, ÓE – BGK, 2014.
- [3] BUNYITAI Ákos: Biztonságtechnikai alapismeretek I-II., EDUTUS Főiskola, Tatabánya, 2014., ISBN: 9789638445698.
- [4] BUNYITAI Ákos: TeraHertz-es technológia alkalmazása a biztonságtechnikában, Hadmérnök, V. évfolyam, 2. szám, 2010/2., ISSN: 1788-1919.
- [5] DR. DARUKA Norbert – KUGYELA Lóránd: Ipari robbanóanyagok megjelenésének lehetőségei az improvizált robbanószerkezetek kialakításának tekintetében; Fúrás-robbantástechnika 2018. XIV. Nemzetközi Konferencia Velence, 2018. ISSN 1788-5671.
- [6] DR. DARUKA Norbert: A jövő háborúi az improvizált robbanószerkezetek alkalmazásának tekintetében, Sereg Szemle XVI. évfolyam, 2. szám, 2018., ISSN 2060-3924, pp.: 07-22.
- [7] DR. DARUKA Norbert: Robbanóanyag-ipari alapanyagok és termékek osztályozásának lehetőségei; Műszaki Katonai Közlöny XXVI. évfolyam, 2016. 1. szám pp.: 26-44. ISSN 2063-4986.
- [8] DR. GUTTENBERGER Ádám – DR. SZILI László – CSERHALMI Ferencné – DR. SZÚCS György – MÓRÓ Lajos – DUNAI KOVÁCS Béla: Személy-és vagyonőrök, biztonságtechnikai szakemberek tankönyve, PRO-SEC Kft, Budapest, 1997.
- [9] Institute for Economics & Peace: Global Terrorism Index 2022 Measuring The Impact of Terrorism, 2022., https://www.visionofhumanity.org/wp-content/uploads/2022/03/GTI-2022-web_110522-1.pdf
- [10] KOCSI János Gyula – DR. DARUKA Norbert: A kínai termékek hatása a nemzetközi hadszíntéren felbukkanó házilagosan készített robbanószerkezetek kialakítására. Trhacia Technika 2020, pp.: 79-89. ISBN 978-80-89914-08-1.
- [11] KOCSIS Zsolt bv. őrnagy (szerk.): Büntetés-végrehajtási biztonsági ismeretek, 14 hetes szaktanfolyami képzés, jegyzet, Büntetés-Végrehajtási Szervezet Oktatási, Továbbképzési és Rehabilitációs Központja, 2019.
- [12] KARA László – Bűnmegelőzés építészeti eszközökkel, Lechner Nonprofit Kft, 2017.
- [13] KRAUZER Ernő: Intézkedéstaktika Személy-és vagyonőrök, valamint Fegyveres biztonsági őrök részére, PRO-SEC Kft. Budapest, 2012., ISBN: 978-963-86022-9-9.
- [14] LASZ György: A biztonságtechnika alapjainak megjelenése az objektumvédelem gyakorlatában, Hadmérnök, VI. évfolyam 3. szám, pp.31-37., 2011.
- [15] PROF. DR. LUKÁCS László: Építmények robbantásos cselekmények elleni védelme, Műszaki Katonai Közlöny, XXIV. évfolyam, 2014. 3. szám, ISSN 1219-4166.
- [16] TERRORELHÁRÍTÁSI KÖZPONT: Mindennapi Biztonság Kézikönyv, Megelőző védelmi ajánlások, Budapest, 2019, ISBN: 978-615-00-5650-0.
- [17] VÖRÖS Mihály – DARUKA Norbert: Tűzszerészek a közszolgálati feladatok ellátásában, Sereg Szemle X. évfolyam, 2. szám, 2012., pp.: 22-34, ISSN 2060-3924.

GENERAL CHARACTERISTICS OF BOMB THREATS AND BOMB ATTACKS - BOMB ATTACKS AND THREATS AGAINST SHOPPING CENTRES

BOMBAFENYEGETÉSEK ÉS A BOMBAMERÉNYLETEK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI – A BEVÁSÁRLÓKÖZPONTOK ELLEN ELKÖVETETT ROBBANTÁSOS MERÉNYLETEK, FENYEGETÉSEK

ÓVÁRI KOVÁCS Eszter Elza¹⁶², Dr. DARUKA Norbert¹⁶³

Abstract

If the occurrence or non-occurrence is certain, then we are no longer talking about risk, because if we know exactly what will happen, we can prepare for it, and by taking various regime measures, adverse effects can be virtually eliminated. There is no such thing as 100% security, but in order to protect shopping centres, the chance and possibility of terrorist attacks as a risk factor must be minimised and reduced by continuous preventive and preparedness activities. By focusing on staff selection, regular training and situational training, a civilian security company providing security services can provide more than just "sufficient service". Training security guards not only to detect people who are acting suspiciously 'to recognise a potential enemy' is not, in my view, sufficient in itself. However, in addition to effective situational awareness, with proper communication, safe and confident use of existing and available security tools and methods, it is possible to respond to specific challenges. I think it is very important that the legislative will is always one step ahead. When a new risk arises because of a changed environment, the professional actors must immediately be able to cooperate and act effectively.

Keywords: bomb threats, bomb attacks, shopping centers.

INTRODUCTION

„Security, public order, which is now primarily about prevention. It is a practical policy, a system of rules and institutions designed to protect the lives and property of the population and citizens from danger, and not primarily focused on the irreparable elimination of the consequences of damage and harm, and thus on the never sufficient mitigation of losses.”¹⁶⁴

Bomb attacks are the most common method of terrorist attack

Unfortunately, it is not just detection tools that are evolving, terrorist organisations are also training their people and constantly developing techniques to outsmart security devices. [1]

With terrorist bombings around the world, the objective is to minimise the possibility of terrorist attacks. Typically, terrorist attacks occurred outside the European continent two decades ago. The most frequent news reports have been of attacks in Israel and in war zones in the east of the world, in Iraq and Afghanistan. Over the last decade and a half, this phenomenon has spread to the countries of the European Union. Buildings and facilities in the civil sector are among the targets.

¹⁶² Graduate student of a specialised further training course in explosives engineering/expert. E-mail: kovacs.eszter.elza@gmail.com.

¹⁶³ 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.

¹⁶⁴ Prof. Dr. Péter Deák security policy expert.

Looking at the statistics, I highlight a few bomb attacks:

- On May 18, 2001, in HaSharon Mall, Netanya city, 5 fatalities and 100 people were reported injured after the bombing that occurred.
- A year later, on 25 January 2002, the Tel Aviv open-air mall in Tel Aviv was bombed by Palestinians, no fatalities were reported, but 25 people were injured in the attack, according to the online encyclopaedia of Palestinian attacks upwiki.hu.top.
- On 27 december 2017, a bomb exploded in a shop in the Gigant Hall shopping mall in St Petersburg, injuring 13 people. Authorities believe the explosion was caused by a homemade bomb. [2][3] The detonation occurred near the luggage locker of one of the stores. The device had an explosive yield equivalent to 200 grams of trotilene and was rigged with destructive devices.

General overview of the protection of buildings

The history of building protection in our country is divided into two periods. The first period lasted from socialism until the change of regime. Typically, the protection of human life and material goods was focused on the establishment of shelters. During this period in Hungary terrorism as a concept was not named, but the term reactionary assassination was used. It is administratively verifiable that the state apparatus was constantly preparing for attacks and for the liquidation of any acts that might occur.

In the years following the change of regime, there was a change of approach, whereby the domestic legal environment began to adapt to the Western threat. On 15 December 1997, the United Nations adopted a common position on the suppression of explosive terrorism in New York. The European Union, following the attacks in the United States of America on 11 September 2001, has drawn up a set of guidelines on the fight against terrorism. Hungary ratified the 1997 international convention in 2002. These provisions deal with the prevention and suppression of terrorism, the prevention of terrorism, the prosecution of terrorists and cooperation between countries.

In general, the legislation covers the security of life and property and the protection of buildings against physical attacks, including the effects of terrorist bombings.

Shopping center

The term 'mall' is often used as a synonym for shopping centre. The word "plaza" is of Spanish origin and the meaning of the word is "main square". In addition to shops, these facilities also offer dining services and recreational facilities. The first shopping mall in the United States

opened in Kansas City, Missouri in 1922. In Hungary, the first shopping centre was the Duna Plaza in Budapest after the regime change. There are currently 29 shopping centres in Budapest. I consider the following ideas to be decisive in the creation of the definition.

*List of shopping centres in Budapest:*¹⁶⁵

- Allee (Budapest, Október huszonharmadika str. 8-10, 1117);
- MOM Park (Budapest, Alkotás str. 53, 1123);
- Vasudvar Millennium Center Budapest (Budapest, Piarista str. 4, 1052);
- Westend (Budapest, Váci str. 1-3, 1062);
- Mammut (Budapest, Lövház str. 2-6, 1024);
- Arena Mall (Budapest, Kerepesi str. 9, 1087);
- Árkád (Budapest, Örs vezér square 25/A, 1106);
- Hegyvidék Bevásárlóközpont (Budapest, Apor Vilmos square 11, 1124);
- Shopmark (Budapest, Üllői str. 201, 1191);
- Europeum Bevásárlóközpont (Budapest, Blaha Lujza square 3, 1085);
- Magyar Bevásárlóközpontok Szövetsége (Budapest, Utász str. 9, 1143);
- Bevásárlóközpont (Budapest, Váci str. 19, 1052);
- Corvin Plaza (Budapest, Futó str. 37-45, 1083);
- Újbuda Center (Budapest, Hengermalom str. 19-21, 1117);
- Etele Plaza (Budapest, Hadak str. 1, 1119);
- Récsei Center (Budapest, Szabó József str. 6, 1146);
- Dunaház Üzletközpont (Budapest, Boráros tér 7, 1095);
- KöKi Terminál (Budapest, Vak Bottyán str. 75/A-C, 1191);
- Garay Center (Budapest, Garay square 20, 1076);
- Bálna (Budapest, Fővám square 11-12, 1093);
- SUGÁR Shopping Center (Budapest, Örs vezér square 24, 1148);
- Csepel Plaza (Budapest, II. Rákóczi Ferenc str. 154-170, 1211);
- Budagyöngye Bevásárlóközpont (Budapest, Szilágyi Erzsébet fasor 121, 1026);
- Turrance Iroda (Budapest, Háros str. 45, 1222);
- Illa Center Bevásárlóközpont és Irodaház (Budapest, Soroksári str. 138-142, 1095);
- Savoya Park (Budapest, Hunyadi János str. 19, 1117);
- Mall.hu Átvételi Pont (Budapest, Váci str. 36-38, 1132);
- Lurdy Ház (Budapest, Könyves Kálmán str. 12-14, 1097);
- Fashion Trend Center (Budaörs, Gervay Mihály str. 1, 2040);

Construction of shopping centres as facilities

These buildings are designed according to the architectural trends of the time, but they are characterised by a capacity to accommodate thousands or even tens of thousands of people. After the change of regime, the buildings were designed and constructed in line with Western architectural patterns, but the cost per square metre of land, i.e. the building space, was a more

¹⁶⁵ The list of shopping centres is not exhaustive. Considering the subject of the publication, I have taken into account the places with the largest number of people.

important factor than the design of the safety zone. A typical feature is the creation of huge glass surfaces, with a parking lot or car park attached to the facility, usually an underground garage is built for shopping centres in Hungary. Designing the protection of these facilities afterwards is a costly and architecturally difficult task, as the surrounding land has been built on in the meantime.

In their research on safe spacing and the vulnerability of the object to blast attacks on buildings, experts generally take the view that it is a risk factor that the military, regardless of country, is trained in methods for placing and sizing charges, and that the bombers can obtain the quantities and components of explosives for their targets from internet sources. In recent years, the tightening up of the rules has led to the elimination from basic law enforcement training of subjects that taught students about explosives and explosive devices. By this decision, the decision-makers are indeed reducing the chance and possibility of future attacks, but I believe it is also worth considering that in the future, they could be more effective in dealing with the detection of a "*criminal terrorist bombing*" attempt by law enforcement officers. [4]

In addition to the design of walls, the glazing of buildings is also crucial. Glass surfaces include: heat-resistant glass, insulating glass, toughened glass, polycarbonate. At the same time, in the case of installed glass surfaces, the resistance to overpressure and shock waves caused by an explosion can be increased by means of a retrofit process such as: bonded glass, laminated glass. Tempered glass is most often used in shopping centres.

The zones of the shopping centre

Community areas: shops, restaurants, service offices, banks and financial institutions.

Transport spaces:

- within the facility: lifts, escalators, stairs, corridors, staff corridors, circulation spaces
- outside the premises: pavements, roads leading to the building, car parks.

Recreational, cultural and sports facilities: games room, cinema, conference room, games room, gym.

What is safe distance in shopping centres?

The English term is stand-off distance. Risk analyses for explosive incidents focus on two main scenarios, the first being the possibility of an explosive incident occurring outside the building or complex of buildings in a shopping centre. The second is the risk of an explosive act inside the shopping centre, i.e. inside the building. Due to the different architectural solutions of shopping

centres, it is not possible to provide a uniform so-called template for establishing a safe distance.

My reasoning is set out below. Modalities for the design of parking spaces:

- the so-called open-air car park surrounding the facility;
- garages under the facility;
- the parking spaces on the roof;

In the case of outdoor car parks around shopping centres, it is necessary to take into account whether there is a fence with a mechanical security solution, whether the area is equipped with a barrier access system, whether there is a live force for entry and exit, and, if there is, whether there is an additional parking guard on patrol, and what his instructions are on how to carry out his duties. Can the security guards who monitor the parking area see the images from the camera system directly and give instructions to the patrolling security guard? An open car park without guarding or barrier access is the most vulnerable and therefore the most optimal security design is to increase the distance of the parking spaces from the building. The increase in distance should be accompanied by the installation of barriers. When designing parking arrangements, areas where parking is prohibited should always be designated and clearly marked. In all cases, vehicles carrying out official measures shall be able to approach the entrances to the establishment unhindered. Staff parking should be segregated and an up-to-date record kept of all persons entering the loading area for the purposes of goods transport. Where possible, the loading area should be protected by a separate electronic security system.

Roads shall not be routed perpendicular to the facades of buildings, thus preventing the possibility of suicide attacks by vehicle. A further architectural design technique to make it more difficult to enter a building is to create a level separation by means of a kerb or kerbing. A durable, but unpopular with architects, solution is low concrete decking. Flower pots used as barricades, advertising pillars, street furniture fixed in the ground reduce the risk of assassination. Environmentalists prefer green belt zones, while security experts see low shrub vegetation as a source of danger because of its concealability, explosives, and attack devices. They use the so-called grid-like backfill in the area surrounding the building, a construction method that Zsuzsanna BALOGH PhD. highlighted in her presentation on US construction projects and blast shock wave attenuation. [5][6]

The most important finding, that there is no safe zone, is not only a valid finding for the design of parking lots. By designating and designating zones, incorporating operating conditions into a set of rules, establishing parking regulations, and continually monitoring and making changes and updates as necessary, the safety of the shopping centre and its surroundings can be enhanced.

In the event of a terrorist attack, the following types of attack pose the greatest risk to building occupants:

A vehicle bomb

In risk management, the basic assumption is that an explosive device placed in a parked vehicle is intended to be detonated and the vehicle is parked in the parking area in an orderly manner. Vehicle bombs can be typified by size based on vehicle categories. The main purpose of the terrorists in their preparations is to disguise the attacking vehicle. However, there are cases where the perpetrators forcibly take possession of a vehicle in traffic. Forcing the driver and passengers of the vehicle to drive to the designated location. In this case, the possibility of preventing an explosive attack arises. The forensic analysis shows that these victims always try to signal and ask for help and to resist, even if their fear of the threat, i.e. the subsequent bomber, blocks them from controlling their actions. In law enforcement and security training, it is worth emphasising the need to ensure that candidates are trained in the use of sign language to ask for help. During training and further training, it is advisable to repeat, as a reminder, and apply in practical situational tasks, the use of verbal and nonverbal communication to call for help when people are under threat.

It is widely believed by professionals that terrorists aim to maintain the vehicle in an undetected state. I find this view only partially acceptable. My reasoning: in recent times, there have been several attacks where the perpetrator or perpetrators have carried out several terrorist acts in a short period of time at several locations. As an example, I would like to recall the Islamist terrorist attack in Marseille, France, on 23 March 2018, which claimed four lives. In the southern French city, the perpetrator stopped a car, shot the driver, seriously wounded him and shot the passenger sitting next to the driver in the head at point-blank range. After wounding police officers who were jogging past, he drove the vehicle he had forcibly seized into a shop near Carcassonne and took hostages.

A shop assistant and a butcher were shot dead on the spot, and Arnaud Beltram volunteered as a police officer in exchange for the hostages' release. The terrorist savagely wounded the police officer, who could not be kept alive despite rapid and professional intervention.

Subsequent French law enforcement reports indicate that, under the influence of previous attacks, the gendarmerie staff began to be trained by carrying out simulated terrorist attacks, with particular attention to suicide bombers, the possibility of explosions, and protection against attacks with firearms and stabbing and cutting tools. Although the police officer was effective

during the training and had carried out the situational exercises successfully in the past, his preparation in practical life did not save him from the attacker.

Deployed explosive devices

In the case of terrorist acts, explosives and explosive devices carried in hand to the scene of an incident and placed near a building can cause significant damage, posing a direct threat to passers-by, workers and those working on the site.

Deployed explosive devices are easy to transport and move, but attacks that have occurred have shown that the perpetrator typically leaves the device where it is not visible. He also knows the location, returns several times and observes the surroundings carefully. From a reconnaissance point of view, it is difficult to defend against, as there is a high probability of handbags, backpacks and shopping bags being carried at the entrances to the shopping centre. I believe that this makes left/abandoned sports bags or backpacks, possibly items or bags left on benches or anchors in the public areas of the shopping centre, or bags or boxes left in the entertainment centre or in restaurants or washrooms a potential threat. [8]

It is advisable to require cleaning services in shopping centres to carry out increased and regular emptying of rubbish bins, thereby reducing the security risk of bomb attacks. Focusing on prevention, the size of the bins should also be reduced. When patrolling, the security service should pay increased attention to the patrol route, to abandoned items, boxes placed next to the bin that do not fit in the bins, and items placed as litter. In Hungary, the bomb attack on Teréz Boulevard on 24 September 2016 should clearly encourage legislators and decision-makers, drawing on the lessons of the attack, not only to create rules, but also to raise awareness of the source of the danger by shaping attitudes and developing methods to prepare those who can prevent and interrupt an act of terrorism, with the help of which prevention and interruption can be achieved.

Mail/letter bomb

There are no guidelines for the size of the leaf bomb in the standard. These explosive devices, if delivered' and prevention and detection of the device is not effective, can cause serious injury, permanent damage to health and death to workers engaged in postal activities within a building. Detection is considered the first priority for mail bomb control when receiving postal parcels. When receiving mail, the thorough training and professional routine of the staff handling the mail is essential to prevent an explosive act. [9]

Direct and indirect firearms

This category includes mortars and recoilless rifles. In the case of attacks on buildings and installations, the perpetrators select a location from which they can target the building accurately.

CBRN attack

Nuclear, chemical, biological, and radiological weapons capable of causing large-scale destruction, thus including the gas attacks of World War I. WMD are all types of nuclear weapons, the atomic bomb, the hydrogen bomb and the neutron bomb. Chemical weapons of mass destruction are phosgene, mustard gas, tabun, Zyklon-B and VX nerve gas. Weapons of mass destruction also include radiological weapons. The so-called dirty bomb, a chemical bomb, disperses a radioactive isotope over a target area, causing radiation contamination. CBRN stands for Chemical, Biological, Radiological, Nuclear. [10]

Elements of the security system

The basic means of protection and their characteristics are laid down in standards. On this basis, we distinguish between active and passive protection systems. The main objective is to control the accessibility of the building, to ensure controlled conditions and technical conditions and to update the regulations.

Access control systems

In shopping centres where access gates and checkpoints with electronic security solutions have been installed, they must be capable of detecting specified metal objects, prohibited articles, objects dangerous to public safety, explosives and explosive devices. In the event of heightened security measures, live forces can be deployed alongside access control systems and security risks can be reduced by conducting random searches of entrants.

This includes stand-alone access control and code locks. Among the equipment currently in use, staff entrances and zones separate from the shopping area generate protection. The Hikvision DS-K1A802AMF-B terminal can store up to 3000 card data and 3000 fingerprints. At the same time, manufacturers are adapting to security risk factors, with vandal-resistant autonomous access points also available.

The access control systems provide authorisation for security needs, authorised access and to stay and work in specific sectors of the facility. At the same time, they are calibrated to perform a presence recording function. The recording of presence inside the facility, in the event of a rescue operation, will greatly facilitate evacuation, as accurate information is available on who and how many personnel are inside the facility. This equipment can also be used to record working hours.

Fire alarm systems

The most common type is the conventional fire alarm control panel. In the design of fire protection systems for shopping centres, it is essential that the sound and light alarms are

properly functioning and maintained. For the disabled, I would highlight the Fulleon FL/RL/R/D high sound/light alarm, a combined sound/light alarm system with two sound sirens and a flashing light. At the same time, it is very important, during periods of maintenance and renovation, to install, as far as possible, safety devices and equipment that are explosion-proof products.

In the case of previously built installations, safety is already improved by the installation of fire-resistant cables when interim renovations are carried out. I highlight the role of fire alarms because in the recent terrorist attack in New York, the perpetrator threw smoke bombs into the crowd at the start of the attack, causing chaos among the people. The first reports to the fire brigade of smoke and fire were received when they arrived on the scene and were confronted with the terrorist attack.

Conducting a risk assessment

Consideration should be given to threat and property value.

Vulnerability of the shopping centre: based on three criteria.

- Three criteria;
- Threat;
- Vulnerability.

One way of locating the interior is the so-called central placement: in essence, buildings with a high risk factor are placed inside the facility, thus being protected by buildings with a lower risk factor.

The disadvantage: if an attack is carried out in this zone, the damage is much greater.

Advantage: it can be protected in a concentrated, complex way, with electronic and mechanical security systems and live guards.

Another way of internalisation: buildings with a high risk factor are dispersed throughout the complex. The idea behind this design is to make it more difficult to cause major damage to high-priority buildings. At the same time, this layout must be prepared for the possibility of attacks in several locations in the same time interval. Preparedness: the fire and bomb evacuation plan should be incorporated into the building evacuation drill, and the sector-by-sector access and use of exits and emergency exits should be adhered to by personnel and those responsible for the evacuation of the zone. [11]

Preparing a safety plan

The legal obligation for shopping centres to "*prepare a security plan for those expected to have more than 300 persons*". The safety plan must include a provision for the occurrence of an event that could seriously endanger the life, health and environment of people or damage to property:

- An evacuation plan for the premises of shopping centres in the event of an accident, natural disaster, threat of public danger or mass disorder.
- The security guards shall carry out their duties on the basis of guard instructions drawn up for the shopping centre in question, taking into account the local characteristics and the needs of the client.

Under the law on the rules governing the protection of persons and property, the person carrying out the protection of property is authorised, when guarding a facility that is not a public area, to use a weapon or explosives detection device to check persons entering the guarded area and to prohibit the entry of objects that are particularly dangerous to public safety. [11]

Security guard duty in the event of abandoned or abandoned bags or bags found in an endangered or threatened establishment or shopping centre.

A security guard performing security duties, guarding a facility, providing security for an event, or on duty at a transport hub or shopping centre, who finds an abandoned bag or baggage on the premises of the facility, or is alerted to such an object, must exercise extreme caution.

Execution of the task:

- Do not touch the bag!
- The owner must first be found by a loudspeaker!
- In an emergency or threatened situation, a so-called safety zone should be established at a distance of at least 30-40 metres from the bag, as far as possible!
- Do not allow people to stay or move in the safety zone!
- If the owner of the bag is not found within 10-15 minutes, the police must be informed!
- The security lock may be released by the police!

Task in case of an ongoing terrorist attack in a shopping mall

A security guard who is on duty patrolling a facility, providing security for an event, or on duty at a transportation hub or shopping center, sees an armed person, persons shooting, or an explosion, should take into account the circumstances:

- To assess the situation, the number of attackers, their activities, their location, the location of the explosion;

- Need to save lives, number of injured, location;
- Notify the police by calling the emergency number 112 of the situation, request the emergency services to be alerted;
- As far as possible, start evacuating and rescuing persons in danger;
- Try to minimise the loss of life and property;
- When the police arrive, take part in the rescue of life and property and damage control as far as possible.

In addition to the tasks listed above, other mandatory measures may be required by the local order of service (e.g. security personnel on armed duty may be required to perform special tasks.) In all cases, a detailed report must be written on the events that occurred and the measures taken, which may form the basis for criminal proceedings. [11]

Security guard duty in a shopping centre in the event of behaviour suggesting a terrorist attack

No general, one-size-fits-all action, no task order can be given! The assessment of the terrorist acts that have occurred shows that the perpetrators are of Arabic nationality, adherents of the Islamic religion, - or who identify with it in appearance (clothing, headgear, beard). [12] The circumstances and the situation at the time determine the sequence and content of the measures to be taken. The aim should be to minimise human and material losses. The person and the guard should not be obliged to sacrifice his/her life in order to minimise the damage.

A security guard who is guarding a facility, providing security for an event, or on duty at a transport hub or shopping centre, who sees an armed person, a person whose behaviour clearly indicates that they are preparing for an activity that is not appropriate to the location, or a person wearing an explosive device or an explosive vest, should take the circumstances into account:

- Notify your duty partner, the police (107, call the emergency services 112);
- Isolate the person or persons from other people present by loudly calling out;
- Preferably keep a safe distance of several tens of metres from the person(s);
- By shouting "Run! Terrorists!" - Make the surrounding area aware of the emergency, strive to minimise the potential for personal - material damage;
- If necessary, notify the ambulance (104);
- When the police arrive, take appropriate action according to the circumstances.

Procedure for official action in the event of a threat to cause public danger in a shopping centre

Once the threat has been reported in the shopping centre, the evacuation of the premises must begin. Make sure that everyone has left the threatened establishment. At the same time, unauthorised persons should be prevented from entering the threatened establishment. The responding police or fire commander should be informed of the action taken and of any facts and information that may relate to the threat.

The issue of safety distance is of paramount importance. Your professional organisation will set significantly greater safety distances than the people who need to evacuate the area immediately. This raises significant concerns from a safety perspective.

In my research I found a different provision on the establishment of a security perimeter. The fire marshals' procedures set the minimum for establishing a security perimeter at 100 metres for a suspicious object and 200 metres for a motor vehicle. [13][14] In the recommendation issued by the Chamber of the SZVMSZ, 30-40 metres was specified for parcels. [15]

Summary

If the occurrence or non-occurrence is certain, then we are no longer talking about risk, because if we know exactly what event is going to happen, we can prepare for it, and by taking various regime measures, adverse effects can be virtually eliminated. There is no such thing as 100% security, but in order to protect shopping centres, the chance and possibility of terrorist attacks as a risk factor must be minimised and reduced by continuous preventive and preparedness activities. By focusing on staff selection, regular training and situational training, a civilian security company providing security services can provide more than just "sufficient service".

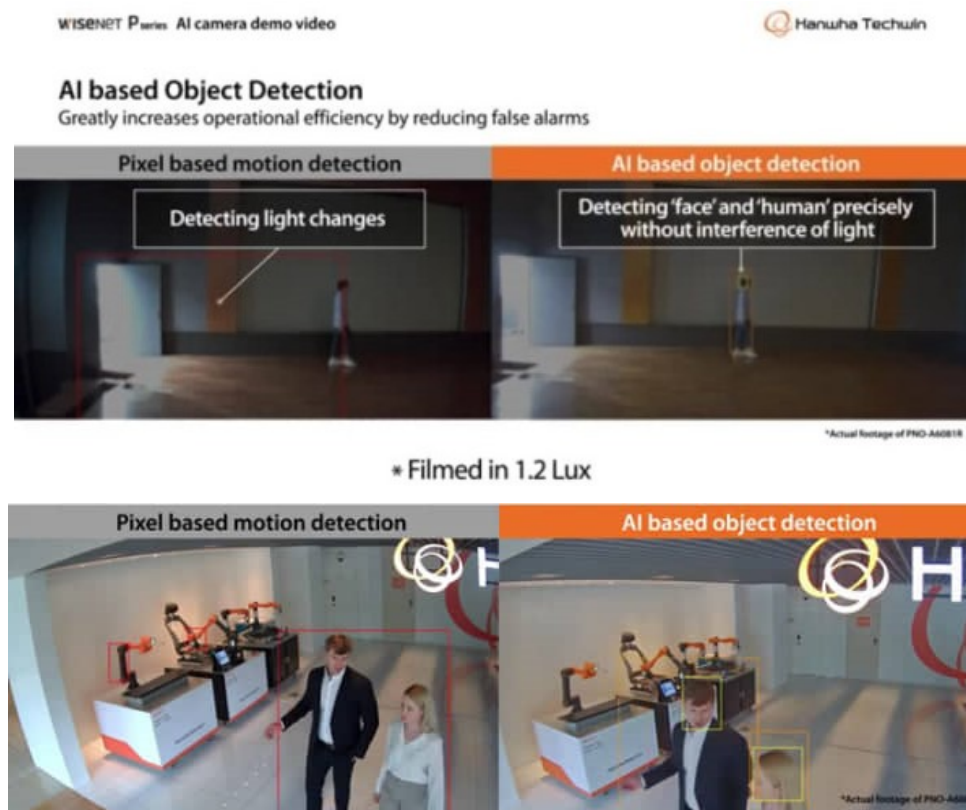
Training security guards not only to detect people who are acting suspiciously 'to recognise a potential enemy' is not, in my view, sufficient in itself. However, in addition to effective situational awareness, with proper communication, safe and confident use of existing and available security tools and methods, it is possible to respond to specific challenges.

I think it is very important that the legislative will is always one step ahead. When a new risk arises because of a changed environment, the professional actors must immediately be able to cooperate and act effectively.

Below I would like to present a security camera that illustrates professional development. I have selected this technology, which is already available in our country as an electronic

surveillance system, for the data collection. Improving the security system in shopping centres is an essential process. The PNO-A6081R camera with artificial intelligence-based motion detection is the optimal technology for shopping malls today, as it works effectively in complex indoor and outdoor conditions. Moving foliage or a passing vehicle will not generate an alarm, while a person climbing over a fence will. A special parameter of the device is that it not only recognises and highlights the human body in the image, but also separately indicates the human face.

On the top of the image, the camera, which uses a pixel-based process, does not distinguish between the movements of robots and humans, although to a human observer the difference is immediately obvious.



1.-2.pictures www.modernalarm.hu

In the following example frame, the camera also evaluates light changes as motion due to the change in image content, while the Wisenet camera on the right actually only highlights the person passing by.

With developments in the security industry, the artificial intelligence-based object recognition process distinguishes between real human movement and the movement of objects and vehicles. Hanwha Wisenet's new object recognition technology, based on artificial intelligence built into the camera

We believe that the Chamber of Personal, Security and Private Investigators, as a public body representing the interests of the profession, should develop the topics and training methods and implement them in the future. The aim is to ensure that civil security guards working in the sector are familiar with the new technical tools and equipment for asset protection and are able to handle them in the way expected of them. They must also be able to identify effectively situations that pose a threat and to play an active and supporting role in the action and operation of the authorities, in prevention, detection and eradication.

We second observation: a decade and a half ago, in 2006, there was an initiative, a professional event, which brought together the professionals concerned to discuss the effectiveness of security in shopping centres. The participants in the panel meeting discussed the problems of the sector, but the initiative's objective of regular cooperation in professional forums, joint reflection and the search for solutions and alternatives to the challenges faced has not been pursued. In any event, this initiative should be given substance and the opportunity for joint professional work should be sought. In the case of shopping centres, the Fire Brigade of the Emergency Police Service is the competent authority.

During the data collection I found ORFK¹⁶⁶ measure 18/1996 (26.VI.) on the establishment of the Bomb Data Centre. This provision includes among its tasks "*to assist in preventive and educational activities by preparing publications and guides.*"

BIBLIOGRAPHY

- [1] DARUKA Norbert: Terroristák és taktikák, avagy védekezz, ha tudsz, Repüléstudományi Konferencia 2012. Különszám, XXIV. évfolyam 2012. 2.szám
- [2] DARUKA Norbert: Az „IED”, mint a terrorizmus leghatékonyabb eszköze, „FÚRÁS-ROBBANTÁSTECHNIKA 2010, pp.:162-169., ISSN 1788-5671.
- [3] DARUKA Norbert: A házilag készített robbanószerkezetek, avagy színesdrótok és robbanóanyag, mint a terrorizmus leghatékonyabb fegyverzete, New Challenges in the Field of Military Sciences Budapest, 2010., ISBN 978-963-87706-6-0.
- [4] LUKÁCS László: Robbantásos merényletek elkövetésének lehetőségei Magyarországon, Hadtudományi Tájékoztató 1994/1.szám.
- [5] BALOGH Zsuzsanna: az USA védelmi minisztérium által kiadott, épületek minimálisan kialakítandó terrorizmus elleni védelmének szabványa – egységes létesítményi előírások, Katonai Műszaki Közlöny, XXIII. évfolyam 2. szám, 2013.
- [6] BALOGH Zsuzsanna - HANKA László: Terrorista robbantás elleni épületvédelem valószínűség számítással, Műszaki Katonai Közlöny XXII. évfolyam, TÁMOP Különszám, 2012. november, online folyóirat.

¹⁶⁶ The national police headquarters.

- [7] Nicolle BELTRAME: „C’était mon fils” p.208. ISBN 978-2226439390.
- [8] DR. LUKÁCS László: Terrorrobbantás- papírsárkány, vagy reális fenyegetés? Detektor Plus III. évfolyam 5.szám, 1996/4.
- [9] DARUKA Norbert: A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerészfeladatok ellátására, PhD értekezés 2013.
- [10] DR. KOVÁCS Zoltán: Physical perimeter security of military facilities, BOLYAI SZEMLE (2016), 25: (1) pp. 79-89., ISSN 1416-1443.
- [11] Személy-, Vagyonvédelmi és Magánnyomozói Szakmai Kamara Szakmai Ajánlás Terrorcselekményekkel kapcsolatos biztonsági feladatok ellátására 2016.02.23. 3.0 változat.
- [12] 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.
- [13] VÖRÖS Mihály – DARUKA Norbert: Tűzszerészek a közszolgálati feladatok ellátásában, Sereg Szemle X. évfolyam, 2. szám, 2012., pp.: 22-34, ISSN 2060-3924.
- [14] EMBER István: Modern kumulatív töltet méretezésének lehetőségei. Műszaki Katonai Közlöny, 32. (2022), 1. 5–15.
- [15] Kockázatértékelési módszerek és lehetőségeik a fizikai védelem területén SZVMSZK 2013.04.22. www.securinfo.hu

THE DANGERS OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS PILÓTA NÉLKÜLI LÉGIJÁRMŰ RENDSZEREK VESZÉLYEI

SZALKAI László¹⁶⁷, Dr. DARUKA Norbert¹⁶⁸

Abstract

The types and manifestations of threats to global security at the beginning of the 21st century present a very different picture than in recent periods. Thanks to the demise of the bipolar world order, the likelihood of so-called "conventional" wars has been reduced to an almost negligible level. Localised wars and terrorist attacks arising from ethnic unrest have intensified and continue to pose an increasing risk. The steady development of terrorist groups and their parallel growth in organisation has created the potential for a surge in the number of attacks. Terrorist networks on an international scale pose a greater threat than ever to global stability. One of the most important and interesting aspects of security technology is the technical implementation of counter-terrorist defences and the safe use of these tools in special operations. As technology develops, new tools are created or a previously unviable solution is brought to the fore. My aim is to stimulate the interest of professionals in the security field by shedding light on a possible new approach.

Keywords: UAS, C-UAS, counter-terrorist defence.

INTRODUCTION

The new challenges present unprecedented challenges to the forces fighting terrorism. To succeed, they must use the most advanced technical (military) tools and prepare their forces for the new challenges. The modernisation and upgrading of the technical means of airborne reconnaissance has undergone significant changes in recent decades. A few decades ago, it was unthinkable for reconnaissance aircraft to be unmanned, but now it is no surprise that we can carry reconnaissance aircraft in the palm of our hands. Of course, technological and technical progress is opening up ever greater opportunities for the development of unmanned aerial vehicles. In order to understand the role of unmanned aerial vehicles, we first need to look at where they have come from and how they have evolved to the present day.

The evolution of drones since the beginning [1]

A quadrotor helicopter or quadrocopter is an aircraft that is lifted into the air by four rotors. Unlike most helicopters today, quadrotors have fixed-pitch feathers, so they do not change direction as the rotor turns. The movement of the aircraft is controlled by varying the relative speed and torque of each rotor.

¹⁶⁷ University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, Ph.D. student.
E-mail: szalkai.laszlo81@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4843-4591.

¹⁶⁸ Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Centre for Adult Education, Advanced Diploma in Explosives Engineering, Supervisor, PhD in Military Engineering.
E-mail: daruka.norbert@bgk.uni-obuda.hu; ORCID: 0000-0002-7102-1787.

The first generation of quadcopters was built for the US Army Air Corps¹⁶⁹ by Dr George de Bothezat and Ivan Jerome in the early 1920s. It was considered at the time to be the first successful helicopter. Although its massive, six-inch rotors enabled it to fly, its steering was too complicated, making the pilot's job very difficult and it could only move forward, even when the wind was favourable.

The second generation of quadcopters began to develop as technology improved. The breakthrough was the operation without pilots using technical solutions. These are now unmanned aerial vehicles, colloquially known as UAVs¹⁷⁰. UAVs as a term began to spread in the 1980s. It was the name given to a qualitatively new generation of unmanned aerial vehicles following the technical developments of the preceding decades. Their small size and ability to change direction quickly allow them to be used both indoors and outdoors.

Since some of the more advanced devices are now equipped with photo and video cameras, they are also suitable for reconnaissance missions. To ensure accurate and usable images, the stability of the cameras mounted on the device is ensured by gyroscopes. It may seem wasteful to mount four propellers on a flying machine, since it is possible to hover with a single swivel.



1. picture Drones are modernising intralogistics¹⁷¹

However, it is better to have four propellers because they make it very easy to balance and steer the device. If you want to go forwards, the two rear propellers spin faster, if you want to go backwards, the first two spin faster and turning is just as easy. Compared to helicopters of similar size, quadcopters have several advantages. Quadrotors do not require mechanical linkages to change the pitch angle of the rotor blades as they rotate; therefore, they are simpler to design and easier to maintain.

There are several types of equipment, both civilian and military, which can be used for different reconnaissance and intelligence tasks, depending on the capabilities of the equipment.

¹⁶⁹ USAAC - United States Army Air Corps.

¹⁷⁰ UAV - Unmanned Aerial Vehicle. Such aircraft have been used in military aviation since the 1960s, for missions that are too dangerous to risk human lives to accomplish; take too long (possibly several days) for only several pilots to accomplish; require so few resources that the pilot and crew alone would be several times the payload

¹⁷¹ Photo: <https://www.okosipar.hu/dronok-modernizaljak-az-intralogisztikat/>; Date of download: 26.08.2022

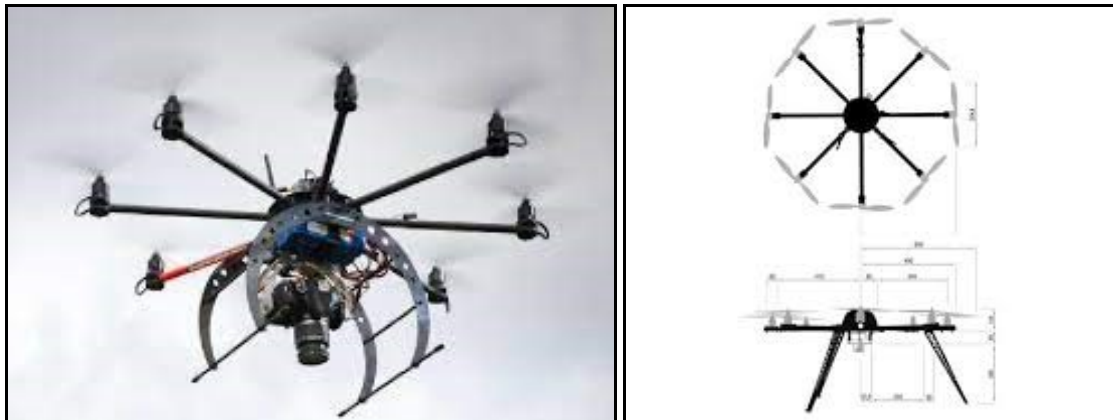
The handling of most devices, i.e. the complexity and variety of handling, depends on the complexity of the device itself, its ability to perform subtle and small movements and modes of movement. In this case, it cannot be said that there is a proportional relationship between the complexity of the device and its controllability and manageability.

In the use of quadcopters, it is important that they do not fly over any object that might hinder their freedom of movement. For this reason, some types are designed with an ultrasonic unit and a belly camera mounted at the bottom of the device, a system similar to a reversing radar in a car. As the software of the devices can be upgraded, some types can be used not only for spectacular manoeuvres but also for preprogrammed routes, so that losing contact with the operator during reconnaissance missions is not a problem.

The machine can be of assistance in areas where buildings or other natural obstacles prevent communication between sub-units and their headquarters. A command and the quadcopter can soar over buildings, mountain peaks, or even fly out of a cave system and send a message to the desired location at the first place where it detects contact. Such capabilities could also make it suitable for use in disaster sites.

The next step of development, new directions

The emergence of the octocopter is due to the development of quadrotor quadcopters. In order to achieve greater stability and speed, designers have tried to achieve positive effects by changing the drone's rotors. Increasing the rotor blades, framing the blades and finally increasing the number of rotors was the research process. [2]



2. picture Octocopter¹⁷²

There were no major changes to the design of the drone itself, with the exception of one or two circular designs, rectangular or square designs seemed to be effective. In the course of the

¹⁷² Photo: https://www.researchgate.net/figure/Oktokopter-in-flight-fitted-with-Canon-550D-camera_fig1_272386497; Date of download: 26.08.2022

development, the number of rotors per side was doubled, thus creating a large family of octocopters.

In many cases, this design produced the desired results in terms of flight stability and speed, but the increase in speed could then only be increased by the use of fixed-wing designs.

The eight-rotor design naturally doubled the power requirements, but the stability of the device and the possibility of rotor failure or rotor loss due to a failure was not a problem for the lifetime of the device.

Areas and sectors of use of drones

The sectors of drone use are divided into three by a researcher at the National University of Public Service. He distinguishes between hobby, business and public service use sectors.

I do not want to go into the hobbyist sector, because wherever you go you see these hobbyist devices, whose rapid development and low cost have led to an explosion in popularity. In this case, the regulation of this area could be a subject for further research.

In terms of areas of business use, we can talk about agricultural areas, energy areas, security and defence areas, transport areas, transport and commerce areas and mining areas.

The public services sector, which is the most relevant for us, we can talk about municipal, disaster management, law enforcement and military use areas.

In terms of areas of business use, trade and transport are the areas of greatest risk, and this is the problem I will look at below. [3]

Safety risks of drone transport

Getting small consignments to their destination quickly and cheaply is the dream of every retailer, as the satisfaction of the customer is determined by the speed of delivery, after the quality of the product ordered. Several companies are trying to implement the technology of unmanned means of transport. The world's biggest parcel delivery company has been testing unmanned aerial vehicles for moving parcels and goods for some time, but they are not thinking exclusively in terms of commercial use. They would be used mostly for moving parcels between warehouses and between airports and remote depots.

Again, the main motivation for deployment is to reduce costs and minimise transport time. It can be seen that the market leaders have prioritised the use of drones for both local and off-site transport tasks, but the actual deployment of the equipment raises a number of legal issues, operational barriers to deployment and the need for significant improvements in object detection and avoidance technology.

At present, based on GPS coordinates alone, it is far from certain that the mini octocopter will not crash into a car or small children running around when it lands in the driveway. There are sensor devices that can eliminate these problems, but they are not yet available to the civil sector under current legislation. The devices are designed so that the customer gives the delivery coordinates and when the octocopter approaches with the delivery, a signal is sent to the customer's phone (delivery conditions linked to smart phones) and the customer can take control of the landing of the equipment from a minimum distance, thus eliminating the possibility of accidents.

However, the biggest risk factor is not addressed. In the delivery process, the order is received by the company, which places the product in a storage box and launches it by octocopter on the basis of the coordinates provided. The maximum distance between the point of origin and the destination station is 16 kilometres and the weight of the consignment must not exceed 2.3 kilograms. Within the distance between the two points, no one checks whether the parcel contains the product ordered or something else. This is an ideal way to boost the drug trade, as it allows almost 2.5 kg of drugs to be delivered on time without the risk of being caught. Another important aspect is that the identity of the person who is sending the shipment remains hidden at all times, even in the case of a shipment that has been detected.



3. picture Amazon's PrimAir service¹⁷³

However, the real threat is when explosive devices are targeted by this method. In this case, the unsuspecting victim has no idea that an explosive device, for example, may be in the immediate vicinity instead of the plug, book or food ordered. Sceptics might argue that, even from a distance of 16 kilometres, the bomber would not know when to detonate the device. To those who think this way, I recommend studying the various types of explosive devices equipped with sensors. Since the explosive devices can be delivered in a sealed package, only a

¹⁷³ Source: <http://www.bbc.co.uk/news/technology-25180906>; Date of download: 2014. február 10.

light or a photocell is needed for the system to work. The victim is unaware that he is playing with his life the moment he opens the package.

This means that remote control is not required to operate the explosive devices and the bomber does not need to be within line of sight. Of course, sensor-equipped explosive hands are not selective among potential victims, so they are triggered when and by whomever the package is opened. [4]

Dangers and threats from drones

As I have explained above, drones carry with them both dangers and threats. In a person with normal values, the possibility of using drones for criminal purposes would not even occur to them, but as we know, our world is not perfect, so unfortunately this possibility is also present. If we want to look at the use of drones from the point of view of endangerment, we see that the endangerment is not based on intent, so it can arise from carelessness or just a lack of knowledge. The other case is deliberate endangerment, which is the same as a threat. In this respect we can speak of unarmed or armed or armed threats. If we consider drones in this perspective, the worst case scenario is the threat of explosive devices.

Exploding postal items

Exploding postal items are a specific type of terrorist attack, where the perpetrator does not even need to be present at the site of the explosion to plant the device. In the use of such devices, a mailpiece is an object addressed to a person or organisation by name and forwarded by the post office or a known carrier. If delivery is by mail, it is not possible to know exactly when the recipient will receive the shipment. For this reason, the use of a delayed action device can be almost ruled out and it can be assumed that the explosive device is triggered on opening.

Improvised explosive device hidden in a letter

The device has a simple structure: packaging, explosive and triggering devices. Usually a standard postal envelope, often 16x11 cm, is used. These devices are made with military, civilian or homemade explosives. The most commonly used explosives are TNT, TATP, RDX, detalemez, tape charges. It is essential that their size and potency make them suitable for the production of le-vel bombs. They may be in solid form, in which case a powder or a malleable explosive is used. In the case of liquid explosives, the explosive is usually placed in the envelope with a straw. Their weight varies from 5 to 30 g, depending on their potency. The explosive can

be concealed fairly well in a thin sheet between two thick sheets of cardboard. Detection is made more difficult by the widespread practice of impregnating the paper with explosives. [5]

The inside of the envelope is often coated with aluminium foil to avoid transparency. The principle of operation of the in-coating can be mechanical, chemical, electrical or a combination of these. The leaf bomb has a radius of 30-50 cm, within which it is capable of causing death or serious injury to hands or head when the leaf is opened.

Packaged improvised explosive device

The operation of a package bomb is almost identical to that of a leaf bomb. Its danger lies in the fact that a larger quantity of explosive material can be placed inside it, so that the range of destruction can be increased considerably. Due to the nature of parcels, it is not noticeable if a parcel weighs between 2 and 5 kg, thus allowing the placement of explosive shrapnel. Shipments that are delivered unchecked therefore represent a real threat and provide an opportunity for terrorist organisations to achieve their objectives. The integration of octocopters into a closed postal chain raises serious security issues. [6]

After the risks of trade and transport, we now want to move on to military applications.

Unmanned Aircraft Systems

Unmanned Aircraft Systems, also known as UAS, are proliferating rapidly in military operations. Systems of various categories are found in almost all military forces, whether they are used routinely for reconnaissance and strike measurement by advanced military superpowers, or by the military of a country with smaller capabilities, or even by guerrilla or terrorist organisations.

This process was witnessed in 2020 during the second Nagorno-Karabakh clash, known as the first drone war, where Azerbaijani forces were able to achieve victory over Armenian forces through the mass use of UAS. Drones have also led to major changes in the Middle East, changes that have further shaped the principles, methods and design of drone use. [7]

Drawing on these experiences, military organisations immediately began planning and research and development, and forces with modest budgets began procurement. Naturally, planning and research and development require a lot of time and money, but only this will allow the potential of UAS to be exploited as widely as possible.

The widespread use of UAS (military and civilian) naturally poses a new and complex problem for military and civilian planners, legislators, national security and law enforcement forces, not only in Hungary but also internationally. The place and role of UAS in the future armed forces, airspace management, integration, interoperability, command and control, and the

legal framework for their use are just a few of the many issues that need to be clarified in order to move forward. [8]

For those forces that have the economic potential to deploy UAS, they are quickly confronted with the magnitude of the costs associated with their operation, along with the ongoing development needs and their many ramifications. Of course, in addition to the development of UAS, the development of counter-UAS¹⁷⁴ capabilities must also be addressed and its objectives and means must be defined.

Nowadays, the development of UAS sensors is exponentially increasing the data collection capability. However, processing the data (analysis, evaluation and comparison with other information) is a time-consuming process, which acceleration is inevitable to support decision making capabilities. With the advancement of analytical technology, the use of automated data filtering software, the development of decision support technology and the application of artificial intelligence, the effectiveness of the intelligence gathering and intelligence gathering capability will increase. This makes the system particularly popular with those in the security sectors. [8]

Given the direction of artificial intelligence development, scientists conclude that armed conflicts will be fought by machines in the future. Clashes will be planned and executed by computers. It is foreseeable that the side that can deploy the largest number of unmanned vehicles with the highest degree of autonomy will prevail. In the future, we will encounter these unmanned assets on land, in the air and on the water, so our task in the present is to establish the organisational background, the training conditions for operators and analysts and the procedures for the deployment of these technologies.

In another aspect, UAS can also be of significant assistance in support tasks. For example, technical support for bomb disposal activities, i.e. the detection of explosive devices, could benefit from the development of technology in this area. [10][11] Of course, research is also under way to verify the role that these flying devices can play in the direct disarming or destruction of explosive devices. [9][12]

„Knowing the direction of international research, a new weapon system is expected to emerge, where reconnaissance data will be assessed, strike operations planned and executed using land, sea and air assets, under human supervision, but automated.”¹⁷⁵

Historians often use ancient strategies to justify modern warfare, and this is also the case with drones. I read recently that three basic things determined the military manoeuvres of ancient

¹⁷⁴ C-UAS – Counter-Unmanned Aerial Vehicle.

¹⁷⁵ Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance Design for Great Power Competition, June 4, 2020.

horse-riding peoples. These were „*rapid movement*”, „*surprise attack from multiple directions*” and „*long range of their weapons*” in relation to their opponents. These three capabilities shaped their method of fighting, which was designed to split the enemy's defences. A further aim was to avoid close combat face to face and, if conditions were again right, to launch further attacks. This is what we read in SunCu's teachings. The regular but unpredictable attacks resulted in the enemy's constant readiness, which was psychologically taxing. The current technological characteristics of UAS already provide the capability for modern day application of the above combat procedure, which can now be identified as a split operation.

SUMMARY

Thanks to the accelerated development of technology, including aeronautics, designers are able to eliminate the problems of using smaller and smaller flying machines. As a result, unmanned aircraft developers have been providing significant technical solutions for the defence sector since the advent of small hobby aircraft. The problems of size have been overcome and the possibilities of eliminating environmental impact have been found. The quadro, hexa and octocopters in use today are already equipped with elements of modern technology. High-resolution cameras, cameras, sensors, scanners and operating software help users. The flying equipment makes daily tasks easier in many areas. It is used by photographers, media agencies, archaeologists, meteorologists, disaster management, police, security companies and, of course, military units.

It is therefore inevitable that small unmanned aerial vehicles will be used in the field of transport, but the dangers of using this technical device for this purpose have not yet been investigated. Unfortunately, while on the one hand, the octocopter makes people's jobs easier, on the other hand, it causes significant problems and poses a safety risk. Explosive devices, home-made explosives and 'cookbooks' on the internet, which can be used to easily build explosive devices, only increase the risk of octocopter deliveries.

The authorities must therefore examine all aspects to rule out criminal uses before granting licences for the use of hundreds, sometimes thousands, of octocopters as transport devices. Since applications for defence purposes can provide sufficient experience, I would strongly recommend that tests of the equipment by police, military and other defence organisations be carried out before trial operations. [13]

UAS technology has the potential to provide real-time data on the characteristics of an area, its permeability, the location of enemy sub-units deployed there, and its strengths and

weaknesses, from a great distance and without risk to human health, and to deliver various supplies, resupply (logistical support) and destructive means to the target. In addition to military missions, these capabilities also allow UAS to perform other governmental tasks (e.g. disaster management). [14]

Drone defence is not only counter-measures, and counter-measures or object defence do not necessarily consist in the destruction of the airborne device. A similar procedure is needed for drones that violate airspace as for conventional air transport operators. Thus, the countermeasures include: detection, tracking, identification, communication (request to cease the infringing activity), countermeasures if necessary (and the optimal choice of the available options), identification of the operator, and regulatory action against the operator. In addition to kinetic impact (which is generally undesirable in an urban environment, for example, and is highly accident-prone), counteraction requires the use of other, less lethal solutions (taking control, forcing to the ground, paralysis, software "barriers" - geo-fencing, etc.). [15]

BIBLIOGRAPHY

- [1] DARUKA Norbert: Kvadrokopter, mint lehetséges felderítő eszköz, avagy a repülő polip visszatért, Repüléstudományi Konferencia 2013 Szolnok; 2013 április 11., (megjelent a Repüléstudományi Közlemények Online folyóirat XXV. évfolyam 2013/2. számában) HU ISSN 1789-770X.
- [2] 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.
- [3] CSENGERI János: A drónforgalom és a drónfenyegetések rendszerszintű kezelésének lehetőségei., Repüléstudományi Közlemények, XXXI. 3, o. 169–186, jún. 2020 HU ISSN 1789-770X.
- [4] KRAJNC Zoltán: Drónok, hibrid fenyegetés, terrorizmus a légtérből: a légi hadviselés privatizálása,” Hadmérnök, 13. évf. 4. sz. pp. 358–369. 2018.
- [5] DARUKA Norbert: Az „IED”, mint a terrorizmus leghatékonyabb eszköze, „FÚRÁS-ROBBANTÁSTECHNIKA 2010, pp.:162-169., ISSN 1788-5671.
- [6] DARUKA Norbert: A házilag készített robbanószerkezetek, avagy szinesdrótok és robbanóanyag, mint a terrorizmus leghatékonyabb fegyverzete, New Challenges in the Field of Military Sciences Budapest, 2010., ISBN 978-963-87706-6-0.
- [7] EMBER István – SZILÁGYI-KISS Hajnalka: Drónok a Közel-Keleten. Műszaki Katonai Közlöny, 31. (2021), 1. 51–60. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/4855/4379>; Letöltés: 2022. 08. 30.

- [8] Battelle, DroneDefender C-UAS Device [Online] Elérhető: www.battelle.org/govern-ment-offerings/national-security/payloads-platforms-controls/counter-UAS-technologies/drone-defender; Letöltve: 2019. 03. 22.
- [9] EMBER István – KOVÁCS Zoltán: Mini drónok lehetséges alkalmazása tűzszerész műveletekben. Haditechnika, 56. (2022), 2. 18–23.
- [10] KOVÁCS Zoltán – EMBER István: Landmine detection with drones. Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review, 27. (2022), 1. 84–92. Online: https://www.armyacademy.ro/reviste/rev1_2022/Kovacs.pdf; Letöltés: 2022. 08. 30.
- [11] Kovács Zoltán – Ember István: Aknafelderítés légi eszközökkel. Műszaki Katonai Közlöny, 31. (2021), 41. 5–20. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/5786/4843>; Letöltés: 2022. 08. 30.
- [12] EMBER István – KOVÁCS Zoltán: Drones above EOD operators during their public duty. In Marián, Beňovský (szerk.): ZBORNÍK PREDNÁŠO TRHACIA TECHNIKA 2020. Banská Bystrica, Slovenska spoločnosť pre trhacie a vrtacie práce, 2020, 90–97.
- [13] NÉMETH András – PÁPICS Patrik: Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre I. rész; HADITECHNIKA LIII. évf., 2019/5 15-19.
- [14] NÉMETH András – PÁPICS Patrik: Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre II. rész; HADITECHNIKA LIII. évf., 2019/6 1-6.
- [15] NÉMETH András – PÁPICS Patrik: Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre III. rész; HADITECHNIKA LIV. évf., 2020/1 6-10.

METHODOLOGY OF SEISMIC BLASTING IN QUARRIES

A KŐBÁNYÁKBAN VÉGZETT SZEIZMIKUS ROBBANTÁSOK MÓDSZERTANA

**Prof. RNDr. Blažej PANDULA¹⁷⁶, Mgr. Julián KONDELA¹⁷⁷, Ing. Ivan BUCHLA¹⁷⁸,
Ing. Ján BAULOVIC¹⁷⁹**

Abstract

Blasting induced vibration is one of the fundamental problems in the quarries and intense vibration can cause critical damage to environment nearby the quarries. Blasting operations generate seismic waves with different maximum particle velocity and wide spectrum of frequencies. This process depends on the properties of the rocks, properties of charges and technology of blasting. It is very important to study how to control vibration induced by blasting in the mitigation of negative effects of blasting in quarries. Maximum values of the particle velocity are depended on great number of different factors. The article presents the results of the analysis as well as an evaluation methodology of seismic safety of the objects during blasting work held by the seismic waves' attenuation law and milisecond timing. Methodology of the evaluation of seismic effects of blasting are base for evaluation of the effects of seismic blasting in quarries in Slovakia.

Keywords: Blasting in quarries, Seismic waves, Millisecond timing delay, Peak particle velocity, Seismic waves attenuation law, Seismic safety.

INTRODUCTION

Mining of raw materials is currently in larger, but also smaller surface mining operations is carried out by means of blasting works. Blasting works are technically and economically the most acceptable tool for breaking up hard rocks and affects the entire mining operation. It has an impact on the method and speed of loading, transporting, crushing and finalizing the product. Proper fragmentation has an impact on the maintenance and repair of operating equipment in quarries. Despite its positive contribution, human society perceives it negatively. The reasons are related to its side effects noise, dust and technical seismicity (Fig.1). From the point of view of safety, the stability of buildings, infrastructure and the preservation of natural phenomena (water resources, caves) is dominated by concerns mainly about the negative seismic effects of blasting.



Figure 1. Desirable and undesirable effects of a blasting operation

¹⁷⁶ CSc. – Institute of Geosciences BERG Faculty Technical University of Košice, Slovakia.

¹⁷⁷ PhD. – Institute of Geosciences BERG Faculty Technical University of Košice, Slovakia.

¹⁷⁸ Carmeuse Slovakia.

¹⁷⁹ Bblast Slovakia.

Seismic of blasting is a part of engineering seismic. In practice, the seismics of blasting work focuses mainly on solving the following problems:

- measuring and evaluating the effects of a known source of shocks on a defined receptor,
- prognosis of the effects of a known source on possible nearby receptors and the environment.

Virtually all blasting seismics are created by a combination of three basic input parameters and their mutual interaction (Pandula and Kondela, 2010).

1. source of vibration,
2. transmission environment,
3. receptor.

The presented results are mainly based on experimental and applied research carried out in active, largest surface mining operations in the last 20 years in Slovakia with permanent mining (Včeláre, Vajarská, Gombasek, Trebejov, Maglovec, Malá Vieska, Lietavská Lúčka, Mníchová Lehota, Trenčianské Múce, Kučín, Nižný Hrabovec, and others). Using seismic apparatus, we investigated the seismic effects of blasting work in a real rock environment in the near source zone. We recorded, interpreted and evaluated individual types of seismic waves arising during blasting in various rock environments (limestone, dolomites, sandstones, zeolites, andesites, diorite porphyrites). We determined the particle velocity, propagation and frequency of seismic waves generated by blasting work at different parameters of individual blasts. The evaluation of the seismic effects of blastings at different parameters in different rock environments showed a significant effect of millisecond timing on the attenuation of seismic waves. Likewise, the degree of disturbance of the rock environment in which the waves propagated was important in attenuation the effects of seismic loading on the receptors. We used the obtained data and methods for measuring and evaluating the effects of technical seismicity to optimize blasting works so, that the negative seismic effects on different types of receptors are as low as possible.

1. SOURCE OF VIBRATION

The source of vibrations during blasting work in quarries is the explosion of an explosive charge. An explosion is a rapid physical or physico-chemical event that results in a rapid release of internal energy into mechanical energy, which can result in high pressure or temperature of the explosive gases (Henrych, 1973). The magnitude of the vibration depends on the total weight of the explosive (charge) that explodes at the time of firing. The aim of the blasting work is to disengage the largest possible rock tonnage. The more we increase the total charge, the more rock we get, but the magnitude of vibrations and other negative effects increases.

To reduce the amount of vibrations generated by blasting, it is necessary to divide the total weight of the charge into smaller charges. It is necessary that the effect of individual smaller charges during the blasting cooperate to disengage the rock mass. The optimal interference of individual smaller charges depends on the time delay of their firing.

Distribution of blasting according to the timing delay of firing of individual charges (STN EN 1998-1/NA/Z1):

- instantaneous (all charges explode at the same time),
- timed (partial charges explode at different graduated time intervals)

Multiple blast charges can be exploded at the same time, which we consider to be one partial blast charge.

In timed blasting, we consider two time intervals Δt :

- $\Delta t \geq 250 \text{ ms}$ (vibrations attenuate before the next sub-charge explodes),
- $\Delta t < 250 \text{ ms}$ (partial firings charge load attenuate vibrations effects).

The required length of the timing limit depends on the rock environment and can drop from 250 ms to $\Delta t = 10 \text{ ms}$.

Based on both experimental and applied research (Tatsuya et al. 2000; Kondela, Pandula, 2012; Baulovič et al. 2016; Pandula, Kondela, 2021), it has been shown that the timing limit interval length can drop to less than 10 ms, but must be greater than 5 ms. An instantaneous explosion occurs if the timing interval length is less than 5 ms.

In the graph of Fig. 2 is shows, that the maximum compressive stress when firing one borehole lasts 2.5 ms. Therefore, it is necessary that the time firing delay of individual boreholes is more than 2.5 ms.

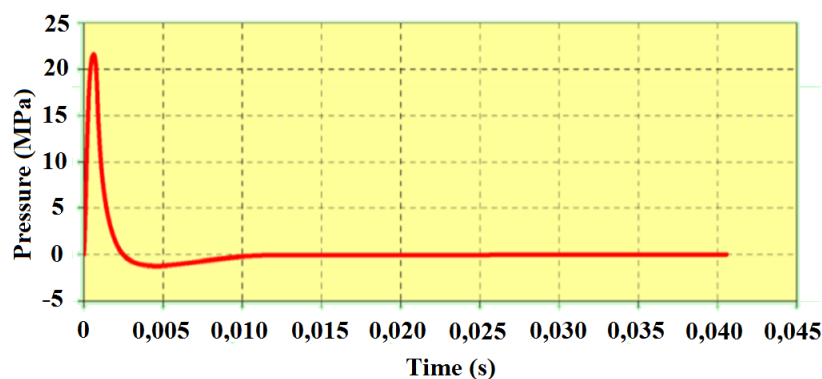


Figure 2. Graph of the pressure wave course during an explosion (Makovička, Makovička, 2004).

Knowledge of the explosion processes is important for the correct assessment of the seismic effects of blasting. An explosion is a rapid physical or physico-chemical event that results in a

rapid release of internal energy into mechanical energy, which can result in high pressure or temperature of the explosive gases. (Henrych, 1973)

A very important parameter for optimizing the seismic effects of blasting works is the millisecond timing delay firing of individual boreholes during blasting. In the graph of Fig. 2 shows, that the maximum compressive stress of blasting one borehole lasts 2.5 ms. Therefore, the timing delay of individual boreholes needs to be more than 2.5 ms. During blasting work, it is assumed that the method of determining the time of delay of firing of individual boreholes is determined according to the structural properties of the rock environment. During the millisecond timing of blasting work, waves from several sources propagate at the same time - firings of individual boreholes. With the same period but with a different phase, each point of the environment oscillates. The resulting oscillation is the sum of the vectors of the given partial oscillations. The simplest case of interference is the interference of two waves of the same wavelength, traveling through the environment at the same phase speed and in the same direction. Such a case of interference is during blasting work. The resulting amplitude at the interference of two identical waves is the largest at the collision sites of the same phase, the smallest at the collision sites of the opposite phase. Two seismic waves can achieve the maximum attenuation of vibration when the timing delay is the half-period of waves propagation. In the literature (Langefors and Kihlström, 1978; Dojčár et al. 1996; Tatsuya et al. 2000; Pandula and Kondela, 2010) the timing delay is reported according to the experience of many projects. Langefors proposed the interval of millisecond timing delay as follows $\Delta t = T/2$ (T is the period of vibration waves). This causes the vibrations to dampen each other under conditions of a constant vibration cycle and the same types of vibrations. Therefore, it is necessary to design a millisecond timing of blasting work depending on the structural properties of the rock environment. The properties of the rock mass in which the blasting works are performed are obtained by measuring the oscillation velocities and the frequency of propagation of seismic waves in situ. The frequencies of the measured seismic waves are determined on the basis of spectral analysis (Viskup et al. 2005; Kondela, Pandula, 2012).

FFT analysis of the experimental measurements of seismic wave propagation at the profiles in the quarry Trebejov identified (Fig. 3), that the frequencies at the individual profiles are different. Frequencies $f \leq 30$ Hz dominated. The measured frequencies are the result of the passage of seismic waves through a specific disrupted dolomite rock massif.

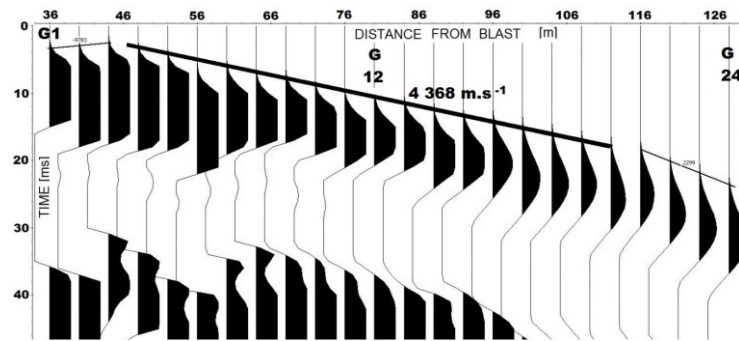


Figure 3. Seismic record accomplished with measuring apparatus Terraloc Mk 8 of the seismic profile with identified propagation velocity of seismic wave 4368 m.s^{-1} , frequency 24 Hz from blasting in the rock massif of the dolomites in the quarry Trebejov (G1 to G24 - number of geophones on the measuring profile).

According to the theory on seismic waves propagation and attenuation the biggest attenuation can be achieved at millisecond timing only if the waves generated by further blast are in the opposite phase. Due to the calculations made by Leššo, at the frequency 30 Hz of the seismic waves it can be achieved applying the millisecond timing 17 ms ($\Delta t = T/2 = 1/2f = 1/60 = 0.017 \text{ s}$). In case of seismic waves propagation 4300 m.s^{-1} maximum attenuation can be achieved in distance 70 m from the blast. (Leššo, 2018)

Velocity of seismic waves propagation 4300 m.s^{-1}	Frequencies (Hz)	Timing delay (ms)	Distance from blasting (m)
	30	17	70
	24	20	86
	20	25	107.5

Table 1. Maximum vibration attenuation depending on the propagation velocity of seismic waves and their frequency and distance from blasting.

2. TRANSMISSION ENVIRONMENT

Detonation of an explosive charge, whether the environment is gaseous, liquid or solid, always has a very strong impact on the environment. During industrial blasting, we are particularly interested in the phenomena that take place in the rock massif. At the same time, however, we must also be interested in the environment between the rock mass and the receptor, the so-called transmission environment. (Henrych, 1973)

The transmission environment is air, water, soil, rock, part of the structure, etc. In the case of blasting work, it is mainly the transmission of seismic waves through the rock environment.

Currently, the development of knowledge about the rock environment is based on the geological and geotechnical research. One of them is the knowledge of the real state of failure of the rock massif. The natural rock mass is permeated by a system of cracks, fissures and fractures, which affect the process of dismantling the rock mass with the energy of the explosion as well as the process of propagation of seismic waves in the transmitted environment. (Henrych, 1973)

Blasting works disturb the equilibrium state in the rock massif. There is a violent release of accumulated energy and the emergence of a new stress system, which causes the deformation of the rock mass. According to Mosinec (1976), the history of rocks, their mineralogical composition, the alternation of secondary processes such as serpentinization, dolomitization and crystallization, porosity increase / decrease, humidity and pressure - all these parameters are reflected in the speed of propagation of elastic waves, and therefore make speed a measure of data on rock properties. The propagation speed of seismic waves depends on the propagation rate in the solid part (skeleton) of the rock, on the porosity (percentage of pore volume / rock volume), on the propagation speed with filled pores and on the firing parameters. In general, the seismic velocity in high-pore rocks is lower compared to low-pore rocks. Also, the velocity is significantly higher in an environment saturated with water than in unsaturated rocks with the same pore content. The rate of rock propagation is influenced by its mineralogy, as the nature of the pore filling (air, water) is usually lower than the rate of rock propagation (Pandula and Kondela, 2010).

Based on research conducted in the quarry Včeláre it was found, that even in the case of measuring the same blast at the same measurement stanpoint by several of the same instruments, it is possible to obtain variance of the measured vibration characteristics. Therefore, we are set a mathematical-statistical approach to measuring, evaluating and assessing the seismic effects of blasting. Theory and experiments in many quarries have shown that the peak particle velocity is well governed by the semi-empirical law of seismic wave attenuation, which is given by the relationship

$$v = K \left(\frac{L}{Q^{0.5}} \right)^{-n} = K \left(\frac{Q^{0.5}}{L} \right)^n [\text{mm.s}^{-1}], \quad (1)$$

where K, n are determined by experimental measurements,

Q = charge charge weight [kg],

L = distance [m] (Dojčar, Pandula, 1996).

There is a theoretical relationship between effect and cause between the two variables, the value of the peak particle velocity PPV and the reduced distance L_R . Due to the large dispersion of the registered values PPV from one blast to another, from one measurement standpoint to

another, the peak particle velocity PPV is considered as a dependent variable and the reduced distance

$L_R = \left(\frac{L}{Q^{0.5}} \right)$ as an independent variable. Both quantities are bound not functionally but

stochastic. Thus, on the basis of test blasts, it is possible to determine the law of attenuation of seismic waves for the researched area by the methods of mathematical statistics. Relationship (1) logarithmization

$$\log v = \log K - n \cdot \log \left(\frac{L}{Q^{0.5}} \right) \quad (2)$$

we have a relation, which in rectangular logarithmic coordinates represents a line with an angle β . The parameters n and K of this regression line are determined statistically (Sambuelli, 2009).

In order to accurately determine the law of attenuation of seismic waves between the source of blast and the receptor, it is necessary to measure the values of the peak particle velocity PPV near the source of blast and at the receptor. During practical measurements of blasting in quarries, the smallest distance of the sensor from the source blastings was determined to be 25 m (Fig.4). At shorter distances, the sensor shifts and possible measurement inaccuracy. On the receptors the peak particle velocity sensors must be placed on the reference measurement standpoint, which is defined by technical norm (Pandula and Kondela, 2021).

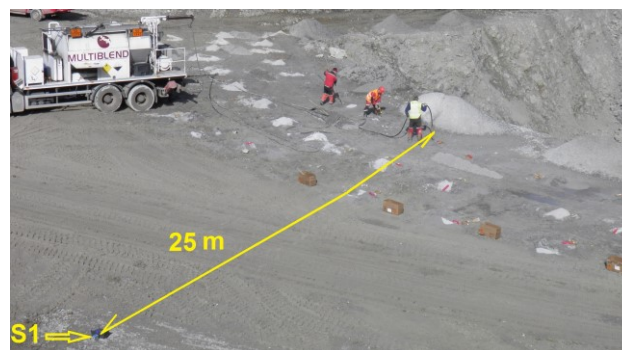


Figure 4. Position of the Vibraloc ABEM seismic apparatus on the measuring profile, measurement standpoint S1 at a distance of 25 m from the mouth of the borehole, when measuring the peak particle velocity PPV during blasting in the quarry (Pandula, Kondela, 2021).

3. APPLICATION OF THE METHOD IN PRACTICE

Based on the measured data during the operational blasting in the quarry, a graphical dependence of the maximum components of the peak particle velocity on the reduced distance in bench

blasting was constructed. The graph in Fig. 5 represents the so-called seismic wave attenuation law for the quarry, in which the value of Q in the form

$$v = \left(\frac{L}{Q^{0.5}} \right) = K \left[\frac{L}{Q^{0.5}} \right]^n, \quad (3)$$

where v = the peak particle velocity (maximum component of the vibration velocity) generated by the blast, [mm.s⁻¹],

$L.Q^{-0.5}$ = called reduced distance, [m.kg^{-0.5}],

L = the shortest distance of the blast from receptor, [m],

Q = the charge weight per borehole, [kg],

K = the factor depends on the blast conditions, the properties of the transmission environment, the type of explosive, etc.,

n = an indicator of seismic wave attenuation (Dojčár et al. 1996; Pandula and Kondela, 2010; Pandula et al. 2012).

From the law of attenuation of seismic waves, it is possible to determine the size of the charge weight for a specific receptor at a known distance, so that the maximum values of individual components of the oscillation velocity do not exceed the permitted peak particle velocities. The graphical course of the law of attenuation of seismic waves for the quarry shows, that the permissible peak particle velocity of 3 mm.s⁻¹ for frequencies less than 10 Hz will not be exceeded at a reduced distance $L_R = 50$. In the upper left part of the graph are measured values of vibration velocities in the quarry 25 m from the initial borehole bench blast. In the lower right part are measured values peak particle velocities in residential buildings (Pandula and Kondela, 2021).

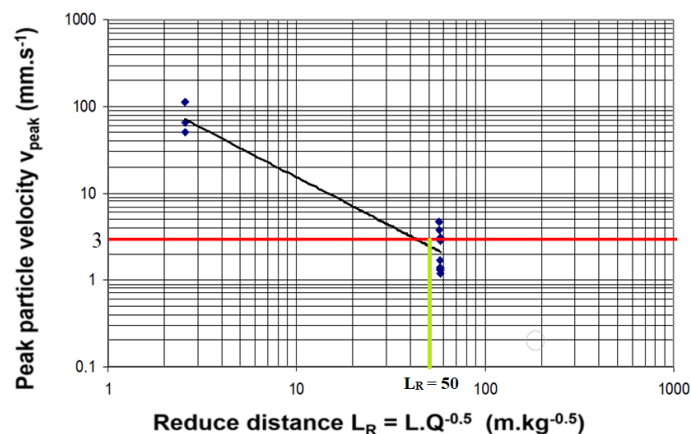


Figure 5. Graphic dependence of the maximum components of the peak particle velocity on the reduced distance during bench blasting in the quarry - the law of attenuation of seismic waves. The red line indicates the maximum safe allowed peak particle velocities for buildings in the village (Pandula, Kondela, 2021).

Mining at the quarry site is carried out by bench blasting. Based on the measured and calculated values during the operational blasting in the quarry, the law of attenuation of seismic waves was determined, on the basis of which it is possible to use the maximum permissible charge weight per borehole depending on the distance during repeated bench blasting in quarry.

Distance from blasting (m)	Calculation for $L_R = 50 \text{ (m.kg}^{-0.5}\text{)}$	Maximum charge weight per borehole (kg)
100	$Q_{vmax} = L^2/L_R^2 = 100^2 / 50^2 =$	4
200	$Q_{vmax} = L^2/L_R^2 = 200^2 / 50^2 =$	16
300	$Q_{vmax} = L^2/L_R^2 = 300^2 / 50^2 =$	36
400	$Q_{vmax} = L^2/L_R^2 = 400^2 / 50^2 =$	64
500	$Q_{vmax} = L^2/L_R^2 = 500^2 / 50^2 =$	100

Table 2. Calculation of the maximum permissible charge weight per borehole depending on the distance during repeated bench blasting in the quarry when applying the method

From the point of view of seismic safety, these values are safe for buildings and residents, and in compliance with the proposed maximum permitted blasting charges for borehole, depending on the distance from residential buildings, there will be no damage to buildings (Pandula, Kondela, 2021).

4. CONCLUSION

Every mining operation that carries out blasting work is a source of vibration. Vibrations are perceived negatively if there are residential buildings or civil engineering structures in the vicinity of the operation. The negative effects of vibration cannot be completely eliminated, but they can be reduced. The presented methodology makes it possible to reduce the negative effects of vibration to a safe level. If we want to apply the presented methodology, it is necessary to experimentally determine the propagation velocity and dominant frequencies of seismic waves from blasting in individual mining operations, which are situated in different rock environments. Based on the experimentally determined parameters, it is possible to determine the optimal millisecond times delay of firing in individual boreholes. In research and practice, the law of attenuation of seismic waves, which best characterizes the transmission environment, has been verified. The law of seismic wave attenuation must be established for each position of the blasts towards the receptors. By law, it is possible to set the maximum charge per borehole depending on the distance of the receptor so that the effects of vibration are minimal. At the same time, it will make it possible to optimize the parameters of blasting operations in a mining operation so that there are no economic losses.

REFERENCES

- Baulovič, J., Pandula, B., Kondela, J., Dugaček, D., 2016: Optimization of blasting in the quarry Trebejov. *Exploration Geophysics, Remote Sensing and Environment*, Vol. 23 (2), 11-25.
- Dojčár, O., Horký, J., Korinek, R., 1996: *Blasting technology*. Montanex, a.s., Ostrava, 421.
- Dojčár, O., Pandula, B., 1998: Research of technical seismicity in the quarry Včeláre . *Research report, F BERG TU Košice*, 42.
- Henrych, J., 1973: *Explosion dynamics and its use*. Académia, Praha. 273.
- Langefors, U., Kihlström, B., 1978: The modern technique of Rock Blasting. *A Halsted Press Book*, 281-288.
- Leško, I., 1978: Optimization of millisecond timing delay of quarrying blastings. *Manuscript*, Košice, 15.
- Makovička, D., Makovička, D., 2004: Failure of masonry under explosion effect, In: Jones, N., Brebbia, C.A.: *Structures Under Shock and Impact VIII*, WIT Press, Southampton, 475-484.
- Mosinec, V. N., 1976: *Decoupling and seismic events explosions in rocks*. Nedra Moskva, 134.
- Pandula, B., Kondela, J., 2010: *Methodology of seismic blasting works*. Publisher: SSTVP DEKI Design, Ltd., Banská Bystrica, Slovakia, 156.
- Pandula, B., Kondela, J., Pachocka, K., 2012: Attenuation law of seismic waves in technical seismicity. *Metalurgija*, Vol. 51(3), 427-431.
- Kondela, J., Pandula, B., 2012: Timing of quarry blasts and its impact on seismic effects. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, Vol. 9 (2), 155-163.
- Pandula, B., Kondela, J., 2021: Measurement of the influence of technical seismicity in the quarry Lietavská Lúčka on the surrounding buildings. *Research report*, Košice, , TU FBERG, 28.
- Sambuelli, L., 2009: Theoretical derivation of a peak particle velocity-distance law for the prediction of vibrations from blasting. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, Vol. 42(3), 547-556.
- Soltys, A., Twardosz, M., Winzer, J., 2017: Control and documentation studies of the impact of blasting on buildings in the surroundings of open pit mines. *Journal of Sustainable Mining*, Vol. 16(4), 2017, 179-188.
- Tatsuya, H., Gento, M. & Kou, Sh., 2000: Optimum delay interval desing in delay blasting. *International Journal for Blasting and Fragmentation*. Vol. 4, No. 2, 139–148.
- Viskup, J., Pandula, B., Leško, I., Jelšovská, K., 2005: Spectra of seismic response. *Acta Montanistica Slovaca*, 10 (2005), 380-386.
- STN Eurokod 8, 2010: *Design of structures for seismic resistance*. Part 1, National Annex, Amendment 1 (STN EN 1998-1 / NA / Z1), Bratislava, Slovakia.



„ROBBANTANI MINDENKI TUD,
AKI ÉRT HOZZÁ AZ TÖBBSZÖR IS!”

Forrás: www.detonet.hu

