

Bokros Tünde Ibolya¹ 

Alacsony intenzitású hatástalanítási eljárások bemutatása, relevanciája a tűzszerész szakfeladatokban

Low-intensity Neutralisation Procedures and Their Relevance in EOD Tasks

Jelen cikk összefoglalja a tűzszerésmunka során alkalmazott, low order, vagy más néven alacsony intenzitású hatástalanítási eljárásokat, nemzetközi és hazai vonatkozásban. Ezek az eljárások még sok esetben finomításra szorulnak, ugyanakkor humanitárius célú mentesítési eljárások tekintetében már bevált módszerekről van szó, amelyeket a hazai, közszolgálati tűzszerész szakfeladatok során is lehetne alkalmazni. A nemzetközi tapasztalatokon túl bemutatjuk a hazai területen végzett teszteléseket, vizsgálatokat és azok eredményeit. A cikk szemléletváltást is hivatott képviselni, hiszen mind a katonai felhasználású robbanóanyagok, mind pedig a jelenleg alkalmazott eljárások tekintetében szükség van a jelenkor kihívásaihoz jobban igazodó, modernebb technológiákra.

Kulcsszavak: hatástalanítás, tűzszerész, emulziós robbanóanyagok

This article summarises the so-called low order or low-intensity neutralisation procedures used during EOD or mine clearance work, within international and domestic terms. In many cases, these procedures still need to be refined, but at the same time, they have already proven their efficiency during humanitarian relief procedures, which could even be used during professional tasks of domestic EOD public service work. In addition to international experiences, we present tests and investigations carried out in Hungary and their results. The article also aims to represent a kind of change of attitude, as both military explosives and the procedures currently in use require more modern technologies that are better adapted to today's challenges.

Keywords: deactivation, EOD, emulsion explosives

¹ Tűzszerész, e-mail: bokros.tunde@gmail.com

Bevezetés

Elhelyezkedéséből, domborzati viszonyaiból adódóan Magyarország számos alkalommal volt harcérintkezések helyszíne a történelemben. A II. világháború befejezése után megindult az ország újjáépítése, amelynek folyamatát a visszamaradt, fel nem használt lőszer, aknák és bombák nehezítették. A harcok során ráadásul több ezer négyzetméternyi területet akná-sítottak el, ami potenciális veszélyt jelentett a lakosságra.²

A hazánkban előtalált katonai eredetű I. és II. világháborús, valamint lőtereken napjainkban is alkalmazott robbanótestek, lőszer felkutatását, hatástalanítását és megsemmisítését a Magyar Honvédség 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezred állományába tartozó szakemberek végzik.

Az idők során kialakult és bevált hatástalanítási eljárások ugyan a mai napig megállják a helyüket, azonban nem mehetünk el a modernizáció, valamint a biztonságos feladat-végrehajtás és költséghatékonyság gondolata mellett sem, amely tényezőkre egyre nagyobb figyelem hárul a Magyar Honvédség alegységeinek feladatellátásán belül is.

A *low order* hatástalanítási eljárás

Elsőként szeretném tisztázni, mit is értünk alternatív hatástalanítási eljárások alatt. Az angol-szász szakkifejezés két definíciót használ a töltetre irányuló eljárásokkal kapcsolatban: *high order* (magas intenzitású) és *low order* (alacsony intenzitású) technika. Magas intenzitású lényegében a hagyományos megsemmisítés, ami a tűzszerészszakma alapja. Alapesetben gödörben, TNT³-vel vagy Semtexszel robbantjuk fel a robbanótesteket, ráhelyezett töltetekkel, vagy egyes esetekben felszínen robbantva, körben homokzsák fedésben – habár utóbbi nagyon ritkán fordul elő a gyakorlatban. Lényege tehát, hogy a robbanóanyagot tartalmazó eszközt megsemmisítik, ártalmatlanítják a benne található robbanóanyag felrobbantásával. Ezzel szemben az úgynevezett *low order* technika célja az, hogy az eszköz robbanásveszélyét csökkentse azáltal, hogy a robbanótest héját (burkolatát) felszakítja, megtöri. A robbanóanyag ebben az esetben nem felrobban, hanem deflagrá,⁴ vagy kiég a héjból, vagy pedig darabokra törik. Elgondolásom szerint szintúgy ide sorolható a gyújtószerkezet lerobbantásos módszere is, mivel irányított módon, kumulatív töltettel támadjuk a robbanótestet, abból a célból, hogy a fő töltet robbanásveszélyét minimálisra csökkentsük. Tehát lényegében az úgynevezett

² VÖRÖS–DARUKA 2012.

³ Trinitrotoluol vagy trotil.

⁴ Jelentése: robbanóanyag lassú égése, hangsebesség alatti sebességgel terjedő robbanás.

alternatív hatástalanítási eljárás az, amikor robbanóanyaggal (vagy pirotechnikai anyaggal) támadunk az eszközre, irányított módon, azon célból, hogy a robbanótestben található robbanóanyagot részben vagy egészben eltávolítsuk, annak teljes körű detonációja nélkül, vagy hogy annak robbanásveszélyét csökkentse a fő töltet gyújtószerkezettől való különválasztása révén. A további hatástalanítási eljárásokat majd később fejtem ki, de ezeket csak érintőlegesen fogom tárgyalni.

Ezek az alacsony intenzitású eljárások abban az esetben különösen előnyösek, amikor igen tömör, vastag burkolattal rendelkező páncéltörő tűzérési gránátot kell megsemmisíteni, amelynek aljában pár grammnyi robbanóanyag található. Egy gödörbe helyezett, ráhelyezett töltetekkel megpakolt, majd betemetett gránát esetében szinte lehetetlen megbizonyosodni arról, hogy a benne található kisebb mennyiségű robbanóanyag valóban felrobbant-e.

Ebből kifolyólag a robbantást követően vissza kell ellenőrizni annak eredményességét úgy, hogy visszaásunk, amíg elő nem kerülnek a megsemmisítés sikerességét bizonyító repeszdarabok. Lényeges továbbá, hogy a páncéltörő eszközök 100%-os megsemmisítéséhez aránytalanul sok robbanóanyagot kell felhasználni. A kumulatív eljárással viszont célzottan, a robbanótestben található robbanóanyagra irányítva tudjuk végezni a megsemmisítést úgy, hogy az eszköz vastag burkolatának átütése nem okoz gondot. Továbbá olyan esetekben is hatékony alternatívák lehetnek ezek az eljárások, amikor szállításra vagy akár mozditásra is veszélyes eszköz kerül elő, és helyben történő felrobbantására korlátozott a lehetőség; egy low order technika alkalmazásával viszont csökkenthető a robbanásveszély.

Az általam alternatív eljárásoknak nevezett módszerek tehát tulajdonképpen az alacsony intenzitású technikák, amelyek még igen kiforrottanok a Magyar Honvédség tűzszerész szakfeladatainak ellátásában. Noha ezek alkalmazása idő- és munkaigényesnek tűnhet, sok esetben jelentős előnyökkel járhatnak, mivel költséghatékonyabbak és bizonyos feltételek teljesülése mellett biztonságosabbak, mint a hagyományos megsemmisítési módszer. Itt szeretném megjegyezni, hogy a hagyományos, magas intenzitású robbantásos eljárás ettől függetlenül továbbra sem hagyható el, mivel az egy alapvető megsemmisítési eljárás, amelyre mindig szükség lesz. (Főként azt kell szem előtt tartani, hogy a deflagráció esetén keletkezett robbanóanyag-maradványt is meg kell semmisíteni.) Az alternatív eljárások alkalmazása bizonyos löszerek, robbanótestek esetén lehet előnyös, amit részletesebben ki fogok fejteni.

Jelentősebb források nemzetközi vonatkozásban állnak rendelkezésre, mivel – a gyakorlati vizsgálatok elenyésző mennyisége okán – hazai környezetben kevésbé ismert, alkalmazott technika az alacsony intenzitású hatástalanítás. A továbbiakban bemutatok néhány sikeres és kevésbé sikeres vizsgálati eredményt is, hogy teljesebb képet kapjunk ezekről az eljárásokról, rávilágítva arra, hogy a low order technikák még sok esetben fejlesztésre és további kutatásra szorulnak.

Alternatív hatástalanítási eljárások, a *low order* technika alkalmazása nemzetközi vonatkozásban

Egy 2006-os, Fort Belvoir-i Humanitárius Aknamentesítő Csoport által közzétett tanulmány⁵ azt vizsgálta, hogy a deflagrációs rendszerek milyen hatékonysággal képesek megtörni a vastagabb falú aknákat. Meglátásuk szerint a robbanóanyag megsemmisítések költségesek és veszélyesek, illetve a repeszképződés miatt sem előnyös, ezért szükség van alternatív megoldásokra. Kitértek arra is, hogy léteznek olyan aknák, amelyek ellenállnak a robbanásnak, mint például az orosz gyártmányú PMN-2 magas hatóerejű robbanóanyagot tartalmazó gyalogság elleni akna, amely igen ellenálló a robbanás okozta túlnyomással szemben, ezért megsemmisítése is bonyolultabb, hatástalanítása pedig csak speciális eszközök igénybevételével lehetséges. Három típusú rendszert hasonlítottak össze a szerzők: hajtóanyagot, termitet és pirotechnikai anyagot tartalmazókat. Ezek az újabb fejlesztésű robbanóanyag-mentes eszközök gyorsak, biztonságosan alkalmazhatók és olcsóbbak a humanitárius aknamentesítési műveletekhez.

A Humanitarian Demining R&D Program⁶ számos deflagrációs rendszert megvizsgált, amelyek közül hármat részletez a tanulmány, és amelyeket a világon legelterjedtebb, három különböző aknán teszteltek: PROM-1, POMZ-2 és OZM-72.

Az úgynevezett Thiokol Flare gyorsan átégeti az akna burkolatát, és meggyújtja a robbanóanyagot, így robbanás nélkül semmisíti meg azt. A benne található szilárd hajtóanyag alacsony hatóerejű lángot fejleszt, amely meghaladja az 1927 °C-ot. A vizsgált Thiokol fáklya 12,7 cm hosszú, 2,54 cm átmérőjű, és 70 másodpercig tartó égésre képes. Iniciálása villamos gyutaccsal vagy időzített pirotechnikai gyutaccsal történik. POMZ-2 botlódórótos gyalogsági aknán tesztelték az eszközt úgy, hogy az aknatestet körülbelül 30 cm-rel rakták a talaj fölé, majd a fáklyát a talajjal párhuzamosan helyezték el egy állványon, 1,27 cm távolságra az aknatesttől. A keletkezett hő hatására a TNT megolvadt és kifolyt az akna alján, így a hatástalanítás sikertelen volt.⁷

A vizsgálat másik alanya a PROM-1 jugoszláv gyártású, acélházas, húzásra vagy nyomásra működő gyalogsági akna, amely 425 g Composit-B típusú vagy TNT robbanóanyagot tartalmaz. A fáklyát állványra helyezték, szintén 1,27 cm-re az akna vállától, ahol a legvékonyabb az akna fémháza. Időzített iniciálás után a fáklya lelökte az akna tetejét, majd a robbanóanyag kiégett. A Thiokol fáklya a tesztelés alapján vékonyabb falvastagságú eszközök ellen hatékonynak bizonyult. Egy másik cikkben pedig arról számolnak be, hogy előfordul, hogy a robbanóanyag teljes kiégetése előtt felrobban az eszköz, ha azonban ez meg is történik, már sokkal kisebb mennyiségű robbanóanyag felrobbanását jelenti, amelynek hatása minimalizáltnak tekinthető.⁸

⁵ PATEL 2006.

⁶ Humanitarian Demining Research and Development Program, Humanitárius Aknamentesítő Kutatás és Fejlesztési Program.

⁷ PATEL 2006.

⁸ NASA 2002.

A brit fejlesztésű FireAnt olyan pirotechnikai anyagot tartalmaz, amely 1500 °C-os láng-sugarat képez, így olvasztva meg az akna burkolatát, amely hőmérséklet elegendő az aknában található robbanóanyag deflagrációjához. Az égés 23-24 másodpercig tart. Alumínium, bárium-nitrát és polivinil-klorid (PVC) keverékét tartalmazza, összesen 80 grammot, amit egy 23,7 cm hosszú, 3,9 cm átmérőjű kartonhengerbe zárva helyeznek el. A pirotechnikai keverék inicializálását villamos gyutacs végzi, amelyet a tartály aljába lehet bedugni. A FireAnt lángja 15 másodperc alatt áthatol egy 1 mm vastag acéllemezen, de nem tudott megbirkózni a 3,175 mm vastag acéllemezzel. Ezt a vastagságot az akna házában többsége meghaladja, így a tesztelési lehetőség igencsak leszűkül: a vizsgálatot M-16 amerikai gyalogság elleni és PROM-1 aknákon végezték el, ám mindkettő sikertelen volt.⁹

A harmadik típusú eszköz, amelyet teszteltek, a Mine Incinerator (MI), amely új típusú, önterjedő termitet tartalmaz, ami akár 4000 K hőfokon is éghet. A működése ugyanazt az elvet követi, mint a fentebb részletezett eszközök: megolvasztani az aknaházat, majd a robbanóanyagot kiégetni. Mivel szerkezetileg nem úgy alakították ki, hogy talaj felett és azzal párhuzamosan el lehessen helyezni, a POMZ-2 hatástalanítására alkalmatlan. OZM-72 típusú, szovjet ugró-repeszhatású, botlódórótos gyalogság elleni aknában tesztelték, amely 660 g TNT-t tartalmaz. Az MI-t állványra helyezve, közvetlenül az akna fölött indították el villamos gyutaccsal. A hajtótöltet deflagrálni kezdett, de a főtöltet nem, így részleges hatástalanítás ment végbe.¹⁰

EElmondhatjuk, hogy noha ezek a próbálkozások nem mondhatók teljes mértékben sikeresnek, az elgondolás jó. Vékonyabb lemezek esetén a Thiokol fátyla és az MI is jól alkalmazható, illetve hatékonyságuk a töltetük növelésével és így az égési idejük kitolásával tovább növelhető. A vastagabb falú akna átlukasztásához meglátásom szerint nagyobb energiájú reakcióra van szükség, nem pusztán magas hőfokra, amely robbanóanyag-mentes rendszerekkel valószínűleg nem elérhető.

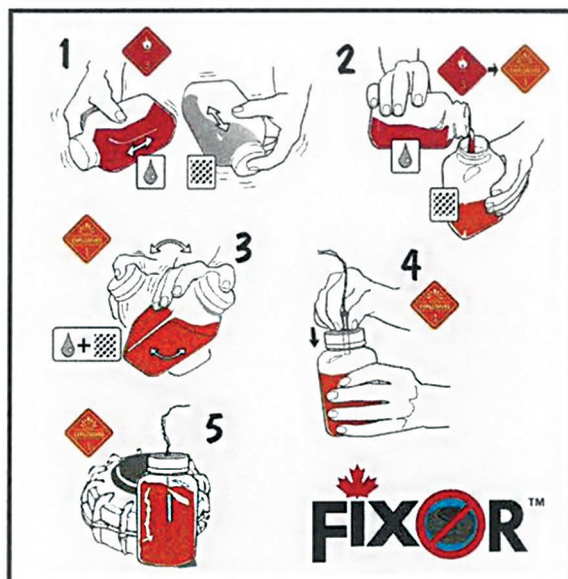
A következőkben a kanadai MREL Specialty Explosive Products Limited által, 1998-ban fejlesztett eszközt, a FIXOR-t mutatom be, amely két prekursor¹¹ elegyítésével összeállítható robbanóanyagot tartalmaz: egy gyúlékony folyékony anyagot (FIXOR Liquid, U.N. 2842, NSN 1375-21-920-4587), valamint egy teljesen inert porállagú anyagot (FIXOR Powder, NSN 1375-21-920-4638). Ezeket az anyagokat külön-külön csomagolva, 500 ml-es műanyag tartályban kell tárolni, szállítani. A két anyag nem minősül robbanóanyagnak mindaddig, amíg össze nem keverik, ebből következik, hogy biztonságosan szállítható, tárolható, gyúlékony folyadékként kezelendő. Kifejlesztése óta több tesztelésen is átesett már mind laboratóriumi, mind pedig terepi körülmények között, egyebek mellett Koszovóban is, akna és egyéb UXO-k¹² hatástalanítása során. Lényege, hogy a helyszínen, közvetlenül felhasználás előtt elegendő összekeverni (1. ábra).

⁹ PATEL 2006.

¹⁰ PATEL 2006.

¹¹ Olyan vegyület, amely egy másik vegyület előállító reakcióban vesz részt.

¹² *Unexploded ordnance*, azaz fel nem robbant robbanóttest.



1. ábra: FIXOR bináris robbanóanyag összeállítása

Forrás: ANDERSON–BAUER 2001: 87

A FIXOR tulajdonképpen egy bináris, folyadékalapú robbanóanyag-készlet, amely a költsége-sebb plasztik robbanóanyagokat, illetve a hagyományos TNT-t hivatott felváltani. Érdekessége – és egyben emiatt terrorista célokra alkalmatlan is –, hogy többórás, rázatlan állapotban a keverék nem képes robbanásra.

A nitrometán-alapú bináris robbanóanyagoktól eltérően a FIXOR alapanyagainak szállítása szárazföldi, tengeri és légi úton is engedélyezett. A prekursorokat összekeverve 1.1 D osztályba tartozó robbanóanyagot (FIXOR Explosive, U.N. 0048) kapunk. Detonációs sebessége (VOD) 4300 m/s, 5 cm-es belső átmérőjű műanyagba (PVC) helyezve. Iniciálása gyutaccsal vagy robbanózsínórral történhet, TNT-egyenértékűsége 80–85%.¹³

A FIXOR három alap hatástalanítási technikára képes:

- Szabványos eljárás: Kisebb műanyag burkolatú gyalogsági taposóaknak hatástalanítására (8-as erősségű gyutaccsal vagy robbanózsínórral indítva).
- Úgynevezett „fülvédő” konfiguráció: A FIXOR-t a hatástalanítani kívánt eszköz két oldalán helyezük el. Általában nagyobb gyalogsági aknáknak, illetve vékony acélházaz vagy műanyag testű harcokcsi elleni aknáknak esetében alkalmazandó, robbanózsínórral indítva.
- Fókuszált energia „támadás”: Fokozhatjuk az egyes FIXOR teljesítményét azáltal, hogy a tartályt egy másik bekevert FIXOR robbanóanyagával teljesen feltöltjük, így a nettó robbanóanyag tömege 400 grammról 500 grammra nő. Keményebb célok esetén a Monroe-elvet alapul véve, a FIXOR tartályának alját kumulatív töltettel közvetlenül az eszközre helyezhetjük.

¹³ ANDERSON–BAUER 2001.

Összehasonlítva a FIXOR-t más robbanóanyagokkal, elmondható, hogy kevésbé veszélyes, ezáltal szállítása, raktározása is egyszerűbb. Ezen túl széles körben alkalmazható alternatív hatástalanítási (töltetre irányuló) feladatokhoz is. (Felsorolva néhány eszközt, amelynek hatástalanítása sikeres volt a FIXOR-ral: M19, M21, TMA-5, TMA-3 harckocsi elleni aknák; M16, M18, PMA-1, PMA-2, PMA-3, BLU-92/B gyalogság elleni aknák; M67 gránát; 81 mm HE aknavető gránát; BLU 97 szubmuníció; 155 mm tüzérségi gránát; Mk 82 500 lb bomba.)

A máig alkalmazott technológiák megteremtője, egyúttal a hatástalanítási eljárások úttörője, Sidney Alford 1985-ben alapította meg az Alford Technologies vállalatot, amely ma is őrzi az innováció iránti elhivatottságát. Az Alford cég neve összeforr az olyan robbantástechnikai fejlesztésekkel, amelyek a hagyományos robbanóeszközök biztonságos hatástalanítását teszik lehetővé. Humanitárius mentesítési eljárások mellett katonai eredetű robbanótestek hatástalanítására is széles a technikai palettájuk, kezdve a vágótöltetektől, a kumulatív eszközökig, kifejezetten *low order* eljárásokhoz is. Ezek közül mutatok be néhányat, amelyekhez hasonló eljárásokkal teszteltem a Kugyela Lóránd¹⁴ által fejlesztett többkomponensű robbanóanyagot (TKR) is, éles eszközökön.

Elsőként következzen az ún. Dioplex EODTM vágótöltet, amelyet kifejezetten alacsony intenzitású hatástalanításhoz fejlesztett ki a cég. Kompatibilis a legtöbb katonai plasztikus robbanóanyaggal, használható sekély vízmélységben is. 10 és 15 mm-es töltetekkel gyártják, mindegyik 150 mm hosszú, így hosszabb eszközön is elhelyezhető (1. táblázat). Egyébként a felhasználó kedvére vághatja a Dioplex EODTM eszközt a kívánt hosszúságra, illetve lehetősége van hosszabb vágási felület elérésére is. A gyártó a legtöbb lőszer ellen hatékonynak minősíti az eszközt, ideértve a bombákat, a tüzérségi lövedékeket és a rakétákat (2. ábra).

1. táblázat: Dioplex EODTM vágótöltet munkavégző képessége

A termék töltethossza	A töltet tömege	Maximális vágási mélység (S275 lágyacél esetén)
DXE 10 mm	25 g	8 mm
DXE 15 mm	50 g	14 mm

Forrás: Alford Technologies [é. n. a] alapján a szerző szerkesztése



2. ábra: Dioplex EODTM vágótöltet alkalmazása a gyakorlatban

Forrás: Alford Technologies [é. n. a]

¹⁴ Robbantástechnikai szakmérnök, laborvezető.

Egy másik fejlesztésük kumulatív (*explosively formed projectile*, EFP)¹⁵ elven működik, amely a Vulcan™ nevet kapta. Alkalmas alacsony intenzitású hatástalanításra azért, hogy lyukat üt az adott eszköz burkolatán. Használható szárazföldön és víz alatt is. A megfelelő működés az esetek több mint 90%-ában bekövetkezik, ami megbízható alkalmazhatóságáról tesz bizonyosságot. Az eszköz szinte valamennyi UXO ellen bevethető, hiszen 10 és 50 g közötti töltetmennyiséggel kombinálható, 6 különböző típusú bélésűkúppal rendelkezik (3. ábra). Használható szárazföldön és víz alatt, 80 m-ig.

A gyártó szerint a réz bélésűkúppal 75 mm mély lyukat képes létrehozni lágyacélon, mindezt vastagabb tégl- és betonfalban is megteszi, ezenkívül az acélhéjas lőszeres esetében deflagrációt képes indítani, vagy teljes detonációt.



3. ábra: Vulcan™ EFP töltet

Forrás: Alford Technologies [é. n. b]

A vörösréz EFP-készlet viszont képes jóval erősebb, robusztusabb célokra is penetrációt előidézni. A magnézium bélésűkúp a vörösrézhez képest kisebb penetrációra képes, de még ezzel együtt is alkalmas vastagabb célon áthatolni, meggyújtva az eszközben található pirotechnikai anyagot, illetve robbanóanyagot. Ennek a párja az EFP-hatású magnézium bélésűkúp, amely akár 20 mm átmérőjű lyukat is képes kialakítani acélcélokra, legalább 2500 mm-es távolságról.

Az alumínium EFP alkalmas a lövedék gyújtószerkezetének kilövésére, ami jó megoldás lehet olyan eszközök esetén, amelyek keményacél burkolattal rendelkeznek.

10 mm acélvastagság ellen folyékony töltetű készlet alkalmazható, amelyet műanyag bélésűkúppal alakítottak ki. Használata során vízlövedéket formálva nyitja fel az eszköz burkolatát. Gyújtószerkezetre irányuló technikát alkalmaz a Tekton™ elnevezésű eszköz, amely nagy pontosságú, megbízható technológia (4. ábra). A gyártó három töltetből álló készlettel árulja, mindegyik műanyag házba tölthető, amely egy 85 × 85 × 10 mm-es lágyacél ballisztikus lemezt tartalmaz. Töltettel a felhasználó tölti meg, ennek mennyisége szabadon megválasztható (120 g-tól 600 g-ig), a kívánt hatás függvényében. A megfelelő szögbe történő beállítást három acéllábazat segíti, amellyel könnyedén állítható az eszköz céltárgytól való helyzete.

¹⁵ Robbanással megformált lövedék.



4. ábra: Tekton™ eszköz alkalmazása

Forrás: Alford Technologies [é. n. c]

A J-Etna™ nevű eszközt a humanitárius mentesítési feladatokhoz fejlesztették ki, teljesítménye a Vulcan™-hoz hasonló, azonban tárolása és felhasználása sokkal biztonságosabb. Az Alford saját fejlesztésű, bináris folyékony robbanóanyagot¹⁶ kínál ehhez az eszközhöz, amelynek előnye, hogy a két komponens egyike sem minősül robbanóanyagnak, csak összekeverésük után. A felsorolt eszközök közül tehát ez hasonlít leginkább az általunk teszteltéhez, azonban a robbanóanyag felhasználása több opciót is kínál a különféle 3D-nyomtatott tárolók révén. A J-Etna™ egy fémötvözetből készült úgynevezett Jet-Forming Cone-t (JFC)¹⁷ tartalmaz, amely a lőszernek alternatív megsemmisítését idézi elő, deflagráció révén. Kumulatív hatásának köszönhetően a JFC akár 27 mm-es burkolatot is képes átütni, mielőtt meggyújtana és kiegészné a lövedék főtöltetét (5. ábra). Annyiban különbözik a Vulcan™-tól, hogy töltete fix (78 g), nem variálható.



5. ábra: J-Etna™ alkalmazása acéllemezen

Forrás: Alford Technologies [é. n. d]

¹⁶ Alford's liquid explosive (ALX™).

¹⁷ Robbanási sugár által formált kúp.

A fentiekből jól látható, hogy rengeteg eszköz áll rendelkezésünkre, amelyeket használva lehetőség nyílik távoli, féltávolsági technikával történő végrehajtásra is, hiszen robotot alkalmazva bármelyik típusú eszköz megfelelő pozícióba helyezhető a robbanószerkezethez, vagy ráhelyezhető az adott töltetre, így még tovább növelhető a feladat-végrehajtás biztonsága.

Nemzetközi vonatkozásban tehát több próbálkozás és tesztelés is történt az alacsony intenzitású eljárások fejlesztése tekintetében mind humanitárius, mind pedig katonai vonalon, köztük több sikeres eljárás is kiforrtta magát. Ezen az úton továbbhaladva vágtunk bele a Kugyela Lóránd által összeállított többkomponensű robbanóanyag¹⁸ tesztelésébe is, azzal a céllal, hogy a robbanótest burkolatán lyukat/vágást ejtsünk, és a robbanóanyagot vagy kiégetve, vagy a testet szétvetve hatástalanítsuk az adott eszközt. Vizsgálódásunk nemcsak a céltárgy töltetének hatástalanítására irányult, hanem alkalmaztunk gyújtószerkezetekre irányuló eljárást is, kumulatív töltettel. Kezdetben egy alkalommal végeztük el a tesztelést, amikor valamenynyit eszközt egy tűzben robbantottuk fel, aminek hátulütője az volt, hogy egy-egy sikertelen eredmény után nem tudtunk módosítani a beállításokon, hogy kitapasztaljuk, az egyes eszköz esetében mekkorák a megfelelő eltartási távolságok vagy célzási helyek. Mindazonáltal történt néhány sikeres robbantás, amelyek további tesztelésekre adhatnak okot.

A tesztelések során használt robbanóanyag különlegessége, hogy két komponensből áll, egy folyékony és egy szilárd összetevőből, amelyeket a helyszínen kevertünk össze, saját műanyag tasakjában (6. ábra). Az összekeverés pillanatok alatt elvégezhető, homogén, géles állagú anyag keletkezik belőle, amely azonnal használatra kész, továbbá tárolható is, hiszen összekevert állapotban is megőrzi robbanástechnológiai tulajdonságait. Folyékony állaga ideális a különféle 3D-nyomtatott kumulatív formákba való töltésre, illetve a felhasználó maga döntheti el, mekkora mennyiséget akar felhasználni, ami szintén előnyös és gazdaságos tulajdonság. A 3D-nyomtatásról és a kumulatív töltetek méretezéséről részletesebb hazai kutatási eredményeket Ember István alezredes munkásságában találhatunk.¹⁹



6. ábra: TKR szállítási állapotban, összekeveretlenül

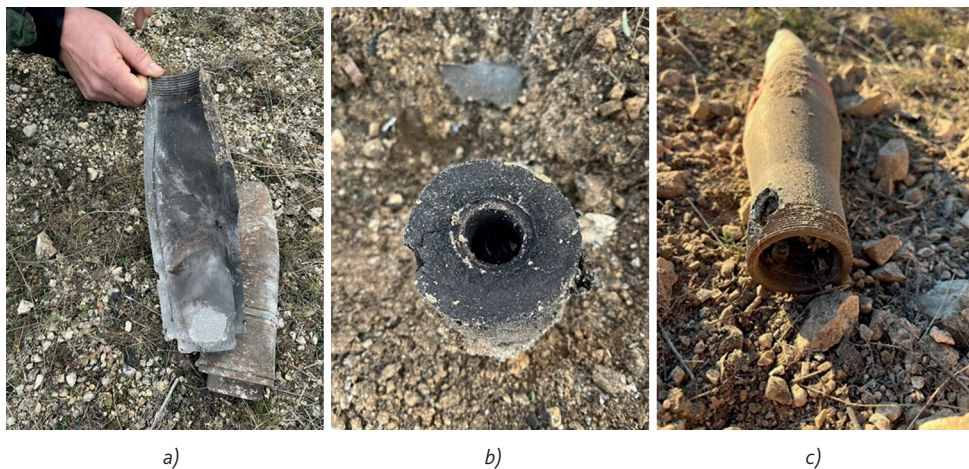
Forrás: a szerző felvétele

¹⁸ KUGYELA 2017; 2018; 2019; 2020.

¹⁹ EMBER 2022a; 2022b; 2022c; 2022d; 2022e.

Összegzés

Összegzésként elmondható, hogy egyes esetekben célszerű lehet alternatív hatástalanítási eljárást választani, ha azzal a feladat-végrehajtás biztonsága is növelhető. További vizsgálatok révén olyan eljárásrendet lehetne kidolgozni, amely meghatározott típusú eszközök esetében nagyarányú sikerességet tudna garantálni. Eddigi eredményeink alapján páncéltörő gránát esetében a TKR-rel töltött kumulatív töltet alkalmazása 100%-os sikerességgel hatékonynak bizonyult (7. ábra). A páncéltörő gránátokban található csekély mennyiségű robbanóanyag megsemmisítése egy alig 70 g-os kumulatív töltettel lényegesen költséghatékonyabb, mint a jelenleg alkalmazott eljárással ráhelyezett TNT préstesttel. Ezenkívül a 73 mm-es PG-15V gyújtószerkezet is sikeresen hatástalanítva lett, továbbá egy 125 mm-es repeszromboló gránátot is sikerült deflagrálni a ráhelyezett kumulatív töltet hatására. További eredmény, hogy a körülbelül 2 cm falvastagságú szovjet BK-14M kumulatív gránátot is sikeresen deflagráltuk kumulatív töltettel, visszaradaró robbanóanyag nélkül (8. ábra). (Tehát teljes deflagráció történt.)



7. ábra: Tesztelés kumulatív töltettel – sikeres eredmények: a) teljes deflagráció, b) gyújtóröncsolódás, deflagráció, c) gyújtóröncsolódás

Forrás: a szerző felvételei



8. ábra: szovjet BK-14M kumulatív gránát tökéletes deflagrációja utáni állapot

Forrás: a szerző felvételei



9. ábra: Drónfelvétel a BK-14M gránát deflagrációja közben

Forrás: a szerző felvételei

Teszteléseink során jutottunk arra a következtetésre is, hogy drón alkalmazása elengedhetetlen a nagyobb robbanóanyag-mennyiséget tartalmazó robbanótestek biztonságos hatástalanításához, mivel azok kumulatív megrobbantását követő reakciókat csak élő közvetítéssel, hőkamerával lehet nyomon követni (9. ábra)..

Ezeket az eredményeket – mivel csekély számuk miatt nem reprezentatívak – szükséges további tesztekkel finomítani, hogy pontosabb végrehajtás valósulhasson meg, valamint a sikeres és sikertelen eredményekből kiindulva megállapíthatók legyenek olyan fejlesztési irányok, elgondolások, amelyek a tűzserész hatástalanítási eljárások közé esetlegesen beépülhetnek a jövőben.

Összegezve a fentieket, úgy gondolom, mind a robbanóanyag, mind pedig a low order technika érdemes arra, hogy beemeljük a honvédségi tűzserészfeladatokba, hiszen rengeteg potenciál rejlik még benne, amit kár lenne nem kiaknázni.

Felhasznált irodalom

- Alford Technologies [é. n. a]: *Dioplex EOD*. Online: <https://www.explosives.net/products/dioplex-eod/>
- Alford Technologies [é. n. b]: *Vulcan*. Online: <https://www.explosives.net/products/vulcan/>
- Alford Technologies [é. n. c]: *Tekton*. Online: <https://www.explosives.net/products/tekton/>
- Alford Technologies [é. n. d]: *J-Etna*. Online: <https://www.explosives.net/products/j-etna/>
- ANDERSON, C. J. – BAUER, A. W. (2001): FIXOR: A New Approach to Neutralizing Landmines and UXO. *Journal of Mine Action*, 5(2). Online: <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol5/iss2/32>
- EMBER István (2022a): Kumulatív töltetek alkalmazási lehetősége tűzserész szakfeladatok során. In SZELEI Ildikó (szerk.): *A hadtudomány és a 21. század*. Budapest: Doktoranduszok Országos Szövetsége, 8–16.
- EMBER István (2022b): 3D nyomtató alkalmazási lehetősége egyes speciális robbantási feladatoknál. In DARUKA Norbert (szerk.): *Fúrás-Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium Különkiadás*. Budapest: Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 75–83.
- EMBER István (2022c): Modern kumulatív töltet méretezésének lehetőségei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(1), 5–15. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.1.1>
- EMBER István (2022d): Hatásvizsgálati robbantás kumulatív töltetekkel. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(3), 13–23. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.3.2>

- EMBER István (2022e): Modern kumulatív töltetek hatékonyságának vizsgálata. *Haditechnika*, 56(6), 15–20. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.56.6.03>
- KUGYELA Lóránd (2017): Üreges töltetek tervezési sajátosságai, főbb paraméterei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 27(4), 196–211. Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2017_4_15_Kugyela%20Lorand_MKK%20cikk.pdf
- KUGYELA Lóránd (2018): Kisméretű, öntött robbanóanyagokból készült üreges töltetek gyártása kísérleti célból. *Műszaki Katonai Közlöny*, 28(1), 39–48. Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2018_1_04_Kugyela%20L%20RAG%20cikk%20MKK.pdf
- KUGYELA, Lóránd (2019): Experiments with Small Size Shaped Charges. *Hadmérnök*, 14(2), 99–110. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.2.8>
- KUGYELA Lóránd (2020): A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. *Katonai Logisztika*, 28(4), 58–75. Online: <https://doi.org/10.30583/2020.4.058>
- NASA (2000): *Saving Lives with Rocket Power*. Online: <https://spinoff.nasa.gov/spinoff2000/ps2.htm>
- PATEL, Divyakant L. (2006): *Can Currently Developed Deflagration Systems Neutralize Hard Case Mines?* Online: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA458513.pdf>
- VÖRÖS Mihály – DARUKA Norbert (2012): Tűzszerészek a közszolgálati feladatok ellátásában. *Sereg-szemle*, 10(2), 22–33. Online: https://honvedelem.hu/files/files/33676/seregszemle_2012_2.pdf