



MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY

Kiemelt közlemények

BUKTA BALÁZS: *Speciális tűzszerész
hatástalanítási eljárás tesztelése
kumulatív töltetek segítségével*

LEVENTE CZIPÓ, FERENC KISS:
Multipurpose River Drone

TÖRÖK LÁSZLÓ: *Budafoki egytonnások*



80 éves a Magyar Honvédség
1. Tűzszerész és Folyamőr Ezred

35. évf. (2025)
Különszám

ISSN 2063-4986 (elektronikus)



LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Műszaki Katonai Közlöny

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

ISSN 2063-4986 (elektronikus)

Főszerkesztő

Kovács Zoltán

Szerkesztőbizottság elnöke

Padányi József

Szerkesztőbizottság

Cibulová Klára

Daruka Norbert

Ember István

Hanka László

Hornyacsek Júlia

Horváth Tibor

Kovács Tibor

Kovács Zoltán

Kuti Rajmund

Lőrincz Árpád

Lukács László

Pavel Manas

Nagy Rudolf

Tóth Rudolf

Szerkesztőség címe

Nemzeti Közzolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Harctámogató Tanszék

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

Levelezési cím: 1581 Budapest, Pf. 15

E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu

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

Kiadó

Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Ludovika Egyetemi Kiadó

Kapcsolat: www.ludovika.hu; kiadvanyok@uni-nke.hu

1083 Budapest, Ludovika tér 2.

A kiadásért felel: Deli Gergely rektor

Olvasószerkesztők: Bujdosó Hajnalka, Farkas-Nagy Judit, Resofszki Ágnes

Tördelőszerkesztő: Fehér Angéla



Tartalom

Köszöntő	5
Bukta Balázs Speciális tűzszerész hatástalanítási eljárás tesztelése kumulatív töltetek segítségével . . .	9
Levente Czipó, Ferenc Kiss Multipurpose River Drone	19
Török László Budafoki egytonnások	31
Zsolnay Gábor A Magyarországon előtalált német 34/35 cm „Röchlinggranate 42 Be” betonromboló gránát hatástalanítása vizesvágó berendezés alkalmazásával	45
Kalla László Ember nélküli technikai eszközök szerepe a hadviselésben	61
Bokros Tünde Ibolya Alacsony intenzitású hatástalanítási eljárások bemutatása, relevanciája a tűzszerész szakfeladatokban	71
Kelemen Ferenc Oktatási és szemléltető eszközök fejlődése a II. világháborút követő évektől napjainkig.	85
Fazekas Judit A propaganda mint fegyver – a propagandagránátok alkalmazása a világháborúkban. .	95
Tótok Dávid István A II. világháborús általános felhasználású brit légibombák fajtái és adatai.	111
Koch Norbert, Bagi Szilárd A folyami aknamentesítő képesség és a kritikusinfrastruktúra-védelmi képesség fejlesztésének lehetséges irányai	129

Köszöntő

Jacobi Ágost ezredes az 1938-ban megjelent korszakos művében a következő szavakat használja a műszaki csapatok méltatásánál: „tudás, különleges főszerelés, kiképzés és leleményesség”. Amikor a Magyar Honvédség 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezredéről beszélünk, ezek a szavak sajátos értelmet nyernek.

Tudás, amihez hasonlóval kevesen rendelkeznek. Olyan ismerethalmaz birtokosai, amely nélkül nincs hatékony és biztonságos tűzszerész-munkavégzés. Ezen a helyen nem elég ismerni valamit, itt tudni kell és érezni, hiszen a katonai eredetű lőszer, robbanótestek felkutatása, hatástalanítása, megsemmisítése, a hajózható vízi utak aknamentesítése, a folyami műtárgyak úszóaknák elleni védelme, az improvizált robbanószerkezetek felderítése, hatástalanítása és megsemmisítése életveszélyes művelet.

Különleges főszerelés, amely segíti a megszerzett tudás optimális hasznosítását, biztonságosabbá teszi a munka elvégzését.

Kiképzés, ami nélkül nincs tudás, és ami csak folyamatos tanulással, állandó ismétléssel és nagy fegyelemmel végezhető. Nem véletlen és nem szeszély, hogy a magasabb minősítés ebben a szakmában csak évek hosszú során végzett, kitartó munkával érhető el.

Leleményesség, hiszen nincs minden helyzetre előre megírt recept. Olyan kreativitás ez, amely tudáson és tapasztalaton alapul, de feltételezi az alkotó gondolkodást.

A Magyar Honvédség 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezrede és jogelődjeinek katonái 80 éve végzik ezeket a feladatokat, egyöntetű elismerést aratva mind a katonai szakma, mind a civil társadalom körében. Van mire büszkének lenniük, és – sajnos – van mit csinálniuk. Veszélyes ez a szakma, mert emberéleteket is követel. Amikor ezeket a sorokat papírra vetjük, az áldozatokra is emlékezünk.

A műszaki szakma és a *Műszaki Katonai Közlöny* munkatársai nevében köszönjük a szolgálatot, és szerény eszközeinkkel, ezzel a különszámmal emlékezünk meg az elmúlt 80 évben végzett áldozatos munkáról.

Padányi József,
a szerkesztőbizottság elnöke

Tisztelt Olvasó!

Súlyos történelmi időszakban kezdődött a magyar tűzszerészet története, hiszen e képesség megjelenését a II. világháború embertelen pusztítása és a világégésből megmaradt életveszélyes eszközök tömkelege tette szükségessé. 1944–45-ben az ország teljes területe több mint fél éven át volt hadszíntér, és a harcok során megszámlálhatatlan mennyiségű és típusú robbanószerkezet került folyókba, tavainkba, a szántóföldekre, illetve építményekbe.

Az élet újraindításához elengedhetetlen volt az ország akna- és lőszermentesítésének mielőbbi megkezdése. A professzionális tűzszerész-tevékenység ellátása hazánkban a katonák feladata lett, ezért rendelte el a Honvédelmi Minisztérium 1945. szeptember 28-án az aknakutató munkásszakaszok felállítását. Ezzel létrejöttek az első szervezett és irányított szakcsapatok, megjelenésük időpontja pedig a magyar tűzszerészek emléknapjává vált. Ekkor az MH 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezred állománya, illetve az ország lakossága egyrészt fejet hajt a szolgálati feladatok elvégzése során hősi halált halt tűzszerészek és aknakutatók emléke előtt. Másrészt kiemelt tisztelettel adózunk valamennyi katonának, akik az elmúlt 80 évben veszélyes tűzszerész-műveletek tízezrei során kockáztatták életüket a civil állampolgárok biztonsága érdekében. E különleges megbecsülést tükrözi a Logodi utcai emlékmű felirata: „A hős tűzszerészek emlékének, akik életüket sem kímélve szálltak szembe – és küzdenek ma is – az ártatlanokra leselkedő halállal.”

Az elmúlt évtizedek alatt tűzszerészeinknek folyamatosan helyt kellett állniuk, mert a nehéz örökséget máig cipeljük. Katonáink a jelenben, a világháború lezárása óta eltelt 80 esztendő múltán is nap mint nap találkoznak a velünk élő történelemmel, a múlt kézzelfogható valóságával: légibombákkal, tűzérségi lövedékekkel, rakétákkal, aknavető- és kézigránátokkal, lőszerrel. Legfontosabb közszolgálati feladatunk e történelmi hagyaték felszámolása, ami a statisztikai adatokból következően még hosszú évtizedekig eltarthat, hiszen senki nem tudhatja pontosan, mennyi és milyen veszélyforrás bújik meg földben, folyókban, de akár elhagyott tanyai épületekben, istállóknak is. Amikor tűzszerészeink napi tevékenységüket végzik, a lakosság védelmét, az életet szolgálják. Ezt érzi és tudja a magyar társadalom, s ezért fejezi ki háláját számtalan módon: egyénileg vagy közösségeként, köszönőszavakkal vagy emlékművekkel, de akár népdallal is, ahogy teszi ezt Mesztegnyő lakossága, amikor megbecsülését szavakba öntve énekli: „Hej, aknász, hej, aknász, hej, aknász, Reng a föld is, amerre te jársz”.

A nemzetközi szinten is elismert, kiválóan képzett tűzszerészeink hosszú utat tettek meg a szűrőbottól a modern fémkereső eszközökig, tűzszerész felderítő robotokig, röntgenképszülekekig, drónokig, a dobókörtétől a vizesvágóig, a kezdetleges védőmellényektől a nehéz tűzszerész bombaruháig, a lovas szekértől a páncélozott tűzszerésszárműig. De nemcsak a technikai eszközök fejlődésére volt szükség, hanem az eljárások, szabályzók megújítására,

a képzés-oktatás modernizálására, azaz a „vérrel írt” tüzserésszabályzat folyamatos fejlesztésére, finomhangolására. A bekövetkezett változások a maximális biztonság elérését szolgálták, hiszen az emberélet megóvása az első mind a civilek, mind a tüzserészek tekintetében.

Az évtizedek során folyamatosan fejlődött a katonai tüzserésszékesség, noha nemegyszer nehezítették a feladatellátást a körülmények. A tüzserésszalakulatok helyét a haderő szervezeti rendszerében – nem függetlenül a Magyar Honvédség átalakításaitól – a gyakori változás jellemezte. Alaprendeltetésünk a kezdetektől a robbanóeszközök és -testek megsemmisítése volt, ám a feladatrendszerben a hangsúlyok időnként változtak, eltolódtak, vagy éppen új feladatok léptek be, esetleg korábbiak kerültek ki. De előfordult az is, hogy csak a képességet biztosító katonai szervezet elnevezése módosult. A szervezeti átalakulások hatással voltak a szárazföldi és a vízi tüzserésszműveletek lebonyolítására is.

A közszolgálati feladatok mellett tüzseréseink bekapcsolódtak a délszláv háborút követő aknamentesítési tevékenységbe, majd iraki és afganisztáni missziókban álltak helyt tisztességgel. A nemzetközi szolgálatteljesítés ideje alatt nemcsak feladataikat végezték magas színvonalon, hanem értékes tudásra és tapasztalatra is szert tettek. E küldetésük során a konvencionális robbanóeszközöktől merőben eltérő, veszélyesebb, házilag készített robbanószerkezetekkel is találkoztak, ráadásul olyan környezetben, amely a nem hagyományos hadviselés egyéb kockázatait is magában rejtette.

Az ezred tevékenységének magas szinten tartásához – mind a közszolgálati tevékenység, mind a nemzetközi missziós szerepvállalások terén – elengedhetetlen a katonai és polgári világban megjelenő innováció, a folyamatosan fejlődő technika és technológia nyomon követése, beleértve az improvizált robbanóeszközök naprakész ismeretét, hiszen e szerkezetek változatosságának csak az ellenérdekelte felek „kreativitása” szabhat határt.

Az állomány számára természetes a folyamatos önképzés, és esetükben nem pusztán szlogen az egész életen át tartó tanulás. E szemléletet tisztjeink és altisztjeink is magukénak vallják. Ezredünkben a tudományos munka olyan tevékenység, amelyet ösztönzünk és elismerünk, ennek is köszönhetőek azok a publikációk, kutatások, amelyeket a professzionális hazai tüzserészet megalapításának 80. évfordulója alkalmából ebben a kiadványban olvashatnak.

*Lengyel László ezredes
MH 1. Tüzserész és Folyamőr Ezred
parancsnok*

Bukta Balázs¹ 

Speciális tűzszerész hatástalanítási eljárás tesztelése kumulatív töltetek segítségével

Test Method of Special EOD Render Safe Procedure with Shaped Charges

A kumulatív töltetekkel végzett hatástalanításnak fontos szerepe van a tűzszerész szakfeladatok során. Mivel ezeknél a tevékenységeknél a biztonság elsődleges, az eljárások fejlesztése is ezt célozza. Írásomban bemutatok egy olyan módszert, amely alkalmas lehet kumulatív töltetekkel történő, csökkentett hatásfokú megsemmisítés végrehajtására. A vizsgálat kizárólag a módszerre és a gyakorlati helyszín kialakítására vonatkozta nyújt eredményeket, a kumulatív töltet típusa és felépítése nem képezi annak tárgyát. A végrehajtott eredményes tesztek igazolják a kialakított eljárás alkalmazhatóságát, akár a közszolgálati szakfeladatok ellátása során is.

Kulcsszavak: hatástalanítás, tűzszerészet, robbantás, kumulatív töltet

Render safe procedure with cumulative charges have an important role to play in the specialised tasks of a fire engineer. Since safety is the primary concern in these activities, the development of procedures is also aimed at this. In this paper, I will present a method that may be suitable for the implementation of reduced effectiveness destruction by cumulative charges. The study will provide results only in relation to the method and the design of the practical site, the type and construction of the cumulative charge being outside the scope of this paper. The successful tests carried out demonstrate the applicability of the method developed, even in the performance of specialised public service tasks.

Keywords: rendering safe, explosive ordnance disposal, blasting, shaped charge

¹ Parancsnok, Tűzszerész és Aknakutató Zászlóalj, e-mail: buktabalazs1@gmail.com

Bevezetés

A tűzserész szakfeladatok rendszerében a robbantással történő hatástalanítás széles körben elterjedt alapeljárásnak tekinthető az egész világon. Ezt alkalmazva gyakorlatilag az történik a gránátokkal, lőszerekkel, amire eredetileg tervezték őket, az egyetlen eltérés, hogy ellenőrzött, behatárolt keretek között zajlik le a folyamat. Természetesen ezeknél a feladatoknál is a biztonság a legerősebb szempont, emberi élet nem foroghat kockán.

Ezek az elvek megkövetelik tőlünk, hogy fejlesszük eljárásainkat, és az évtizedes tapasztalatunkat a következő generáció rendelkezésére bocsássuk. Ennek az elvárásnak szeretnék eleget tenni írással, felvállalva egy terület fejlesztésének nehézségeit és munkásságát.

A kumulatív töltetekkel végzett hatástalanítások rengeteg előnyt hordozhatnak, ilyen például a fentebb jelzett biztonság és lokalizált környezeti hatás. Alkalmazásuk esetében bekövetkezhet a robbanóanyagok alacsony intenzitású átalakulása is, ami jelentősen csökkenti a robbanásból fakadó veszélyeket. Ezek a töltetek azonban olyan alkalmazási körülményeket követelnek, amelyek a szokásostól, a bevett gyakorlattól eltérnek.

Célom, hogy kialakítsak egy biztonságos módszert a kumulatív töltetek alkalmazásával végzett hatástalanításokhoz. Az elemző vizsgálat során áttekintem a tűzserészet és a hazai közszolgálati tűzserész-tevékenység részleteit, valamint a kumulatív töltetek alkalmazási lehetőségeit. A kutatásomat nem csupán elvi keretek között, hanem gyakorlati tesztekkel is igazolva fogom elvégezni és bemutatni a szakmai közönségnek.

A tűzserészetről

A tűzserész hivatás nem egy ősi mesterség, a halálos robbanótestek fejlődése hívta életre. A magyar szavunk eredete a német *Feuerwerksmeister* kifejezésre vezethető vissza. A régi időkben ezek a szakemberek a tűzéségi gránátok összeszerelését, optimalizálását végezték, de szerepük volt azok minőségének ellenőrzésében is. Ez utóbbi során tapasztalt hiányosságok esetében a megsemmisítés szintén rájuk hárult. Az I. világháború során hatalmas technológiai fejlődés ment végbe, megszorodtak a különböző gránátok, elképzelhetetlen számban használták fel azokat, és ennek a következményeképpen egyre több lett a harcmezőn hátramaradt veszélyes eszköz. Egyértelműen adta magát, hogy ezt a feladatot is a tűzserész szakemberek oldják meg, nekik volt a legnagyobb rálátásuk és tapasztalatuk a területen.²

1939-ben jelent meg az igény hazánkban a légoltalmi tűzserész feladatokat végző állományra. A II. világháború volt tehát a következő lépcső a szakma felértékelődésében, hiszen a légoltalmi feladatok elsősorban a fel nem robbant légibombák kezelését jelentették. A Honvédelmi Minisztérium (HM) elrendelte ilyen képességű csapatok kiképzését és felállítását a bombázások okozta károk enyhítésére, a veszélyes eszközök kezelésére.³

² POSTA 2015: 13–14.

³ POSTA 2015: 14–18.

A háború lezárása után egy más típusú fenyegetés került előtérbe: a hátrahagyott robbanótestek és aknamezők okozta veszélyek. Ezek a harcok során is jelen voltak természetszerűleg, de a prioritás akkor még nem a teljes, minden veszélyes eszközre kiterjedő mentesítés volt. A gazdaság és a mezőgazdaság beindulásának a hozzávetőleg 120 000 katasztrális hold⁴ aknamező volt a legfőbb akadálya. Ez már egy kellően nyomós érv volt a tűzseréssz szakfeladatok korabeli nagyütemű beindítására. A bevonuló szovjet csapatok nagy számban hatástalanították ezeket a veszélyes eszközöket, de jelentős előrelépés akkor történt, amikor a bolgár Alekszandr Dimov őrnagy és Fodor Alajos vezetésével egy zászlóalj alakult a probléma felszámolására. A munkára önkéntesen vállalkozó hadifoglyok egy gyors felkészítés után láthattak neki a robbanótestek megsemmisítésének.⁵

Ezek a feladatok sokáig adtak munkát a szakembereknek, és rengeteg életet követeltek. A napjainkig eltelt évtizedekben a robbanótesteket hatástalanító alakulat neve, struktúrája többször megváltozott, de a fő feladat sohasem: mentesíteni Magyarország területét.

A közszolgálati tűzseréssz szakfeladatok Magyarországon

Hazánkban jelenleg több fegyveres testület kötelékében találhatunk tűzserésszerőket és nekik delegált feladatrendszert. Ebben a rendszerben a Magyar Honvédségre (MH) háruló feladatok mit sem változtak, továbbra is a világháborúk veszélyes maradványait kell kezelniük a tűzseréssz katonáknak. A feladatra kijelölt kötelék az MH 1. Tűzseréssz és Folyamőr Ezred (MH 1. TFE), amely honvédelemre vonatkozó jogszabályi környezetben túl egyedi rendeletben meghatározott tevékenységeket is végez.⁶

Az említett jogszabály a 142/1999. (IX. 8.) kormányrendelet a tűzserésszeti mentesítési feladatok ellátásáról. Ennek megfelelően végzi az ezred a bejelentett katonai eredetű robbanótestek hatástalanítását. Az előkerült feltételezett robbanótesteket a rendőrség vagy az adott település jegyzője jelentheti be az alakulat által fenntartott 24 órás szolgálatnak, az MH Tűzseréssz Ügyeletének (MH Tű. Ü.).⁷

Minden egyes bejelentést megelőző egy helyszíni szemle, amelyet a fent említett hivatalos személyek, szervezetek végezhetnek el, megelőzve ezzel a rosszindulatú, szándékoltan téves riasztásokat és csökkentve a jóindulatú, de nem valódi robbanótestre irányuló helyszínek számát. Ilyenkor felmerülhet a kérdés, hogy ha a helyszíni szemlét végrehajtók nem tűzserésszek, hogyan lehetnek képesek az azonosításra. A válasz egyszerű. Nem kell képesnek lenniük, de egy rendőr képzettsége miatt nagyobb valószínűséggel tudja megállapítani, hogy az előkerült tárgy tényleg robbanótestnek tűnik-e, és neki lehetősége is van szakértő segítségét igénybe venni.⁸ Más szempontból a helyszíni szemle során olyan információ is kiderülhet, amely nagy jelentőségű lehet a bejelentés kategorizálásánál, kezelésénél. Végül szintén jelentős szerep

⁴ KOVÁCS–NYERS–PADÁNYI 2012: 25.

⁵ POSTA 2015: 30–31; FEHÉR 2006: 34–40.

⁶ EMBER 2020a: 62.

⁷ 142/1999. (IX. 8.) Korm. rendelet 2–3 §.

⁸ 142/1999. (IX. 8.): 2. §. (2) a).

jut a hivatalos szerveknek, ha esetleg az MH Tű. Ü. javaslatára biztonsági intézkedéseket kell bevezetniük, és a később kiérkező tűzseréssz erőnek is ők fogják tudni a helyszínt bemutatni. Ez utóbbi esetben főleg a külterületeken van jelentősége.

Ezt követően a bejelentést az MH Tű. Ü. rögzíti, és az alakulat belső vezetési rendjében meghatározott módon kategorizálják. Két kategória lehetséges. Soron kívül kell intézkedni a riasztásra az alakulat vezetésének a következő esetekben:

„(3) A hatástalanítás végrehajtására a szükséges katonai tűzseréssz erőt soron kívül kell kirendelni, ha a robbanótestet

- a) lakóépületben,
- b) oktatási, nevelési, szociális, egészségügyi vagy más közintézmény területén,
- c) vízi vagy szárazföldi útvonalon, közforgalmú repülőtéren,
- d) közterületen,
- e) vízi létesítmény belső védőterületén lették fel, és a vízszolgáltatást akadályozza; illetve
- f) az egyéb helyen talált robbanótest sürgős tűzseréssz mentesítése alapos okból indokolt.

(4) A (3) bekezdésben nem említett esetekben a kirendelést 30 napon belül kell végrehajtani.”⁹ Az idézett részlet alapján minden nem soron kívüli helyszínt 30 napon belül szükséges mentesíteni a tűzseréssz-alakulatnak, ami a tapasztalatok szerint ennél jóval rövidebb ideig tart.

Sajnálatosan hazánkban sem csak légibombákkal,¹⁰ tűzérési gránátokkal és aknagránátokkal foglalkoznak a szakemberek. Az MH tűzserészeit felkészítették a terroristák által bűnös céllal készített robbanótestek¹¹ kezelésére, de ezek a kihívások csak nemzetközi feladataik során jelentkezhetnek. Hazánkban az improvizált robbanótesteket a Készenléti Rendőrség (KR) tűzserészei hatástalanítják, és a katonai eredetű robbanótesteket is ők kezelik, ha bűncselekmény gyanúja merült fel a helyszínen.

Ezeket a körülményeket érdemesnek látom kiegészíteni adatokkal, amelyek érzékeltetik a feladatok mennyiségi kihívásait. 2000 és 2019 között átlagosan 2400 riasztás érkezett feltételezett robbanótestekről.¹² Ezeket a szakembereknek az év minden napján kezelniük kell, és a munkák megszervezése több szempontból is kihívásokkal teli. A riasztások az év során eltérő intenzitással érkeznek, aminek egyik oka a szezonális fölművelési munkálatok.¹³ Másrészt a II. világháború főbb hadszínterei adják a bejelentések kiemelkedő százalékát, ami a gyakorlatban leginkább az ország középső részét érinti.¹⁴ Ilyen mennyiségi feltételeknek kell tehát megfelelni, amit a bemutatott eljárás és jogszabályi háttér immár 25 éve támogat rendületlenül.

⁹ 142/1999. (IX. 8.): 3. §.

¹⁰ DARUKA 2014: 69–81.

¹¹ DARUKA 2012: 33–34.

¹² EMBER 2020b: 27.

¹³ KOVÁCS–EMBER 2023: 190–192.

¹⁴ KOVÁCS–EMBER 2023: 193–196; VÖRÖS–DARUKA 2012: 23.

A kumulatív töltetek alkalmazási lehetőségei a hatástalanítási eljárásokban

Ember István kutatásai során három fő részterületet nevezett meg a tűzszerész szakfeladatok rendszerében, ahol lehetséges kumulatív tölteteket alkalmazni:

- „hagyományos robbanótestek hatástalanítása, megsemmisítése;
- improvizált robbanótestek hatástalanítása, megsemmisítése;
- atom, biológiai és vegyi eredetű robbanótestek kezelése.”¹⁵

A közszolgálati tűzszerész szakfeladatok során előkerült robbanótestek esetében tovább részletezhető a felhasználás lehetősége. Cél lehet ilyenkor a gyújtószerkezet és a főtöltet megsemmisítése. Első esetben a működtető szerkezetet ártalmatlaníthatjuk, tehetjük működésképtelenné, a második esetben a főtöltet hatástalanítása a cél. Utóbbinál a kiegészítés, alacsony intenzitású robbantás egyaránt lehet cél. Fontos kiemelni, hogy a hagyományos kumulatív töltetek képesek ilyen esetekben iniciálni a robbanóanyagokat.¹⁶ Ez az eljárás egyes különleges töltetű eszközök esetében (például kód) is megfelelő lehet, ha a kontrollált kémiai átalakulás elégséges szempont a hatástalanításhoz.¹⁷

Az improvizált robbanótesteknél¹⁸ már összetettebb a helyzet, mivel alkatrészeik hagyományos robbanótestek,¹⁹ ipar által gyártott összetevők és házilag készítek egyaránt lehetnek. Ezeknél az eszközöknél is két további alkalmazási lehetőség adódik. A működtető szerkezet roncsolása az első, hogy az ne legyen képes elműködtetni a főtöltetet. A második esetben a robbanóanyag ellenőrzött megsemmisítése a cél. Ez utóbbi esetében a beazonosítás jelentősége kiemelt lehet, kifejezetten a házi készítésű keverékek miatt.²⁰ Ezek reakciója a kumulatív töltetekre jelentősen eltérhet az ipari környezetben előállított anyagokhoz képest.²¹

További önálló kategóriába sorolhatók az ABV-robbanótestek,²² amelyek közül a vegyi ágensek jelenhetnek meg a klasszikus értelemben vett robbanótestek töltetként. Egyes NATO-²³ besorolások szerint a gyújtóhatású eszközök is ebbe a kategóriába tartoznak, amely magyar vonatkozásban különleges besorolású, de nem vegyi. Ez okozhat helyenként félreértéseket a különböző szakmai statisztikai adatok értelmezésében. Ettől függetlenül a feladat kifejezetten bonyolult, hiszen két függetlenül is nagy felkészültséget igénylő szakterületen kell magas szinten, hibátlanul teljesíteni a tűzszerészeknek.²⁴ Ezek a hatástalanítások egyediek, de a kumulatív tölteteknek itt is lehet hangsúlyos szerepük.

¹⁵ EMBER 2022a: 13.

¹⁶ STECKIEWICZ–TRZCIŃSKI 2014: 1038–1049.

¹⁷ EMBER 2022a: 13.

¹⁸ KOVÁCS 2012a: 37–49.

¹⁹ KOVÁCS 2014: 106; KOVÁCS 2012b: 36.

²⁰ HORVÁTH–EMBER 2022: 95–98.

²¹ EMBER 2022a: 14.

²² Atom, biológiai és vegyi.

²³ North Atlantic Treaty Organisation, azaz az Észak-atlanti Szerződés Szervezete.

²⁴ BEREK 2016: 25; LENGYEL–VERES 2022: 20.

A vegyi töltetű robbanótestek esetében is lehet célpont a gyújtószerkezet vagy működtető szerkezet, viszont harctéri körülmények között bevett eljárások során az elsődleges feladat kilyukasztani a robbanótest falát a vegyi ágens kinyerése, ellenőrzött kiengedése, mentesítése végett.²⁵

Ezeket összegezve Ember István szerint az alábbi tűzszerész szakfeladatok vehetők számításba, ha kumulatív töltettel tervezünk hatástalanítást végezni:

- „hagyományos robbanótestek gyújtószerkezetének működésképtelenné tétele;
- improvizált robbanótestek részeinek működésképtelenné tétele;
- vegyi töltetű robbanótestek gyújtószerkezetének működésképtelenné tétele;
- hagyományos robbanótestek töltetének ellenőrzött elműködtetése, főként kiégetéssel vagy deflagrációval;
- improvizált robbanótestek töltetének ellenőrzött elműködtetése, főként kiégetéssel vagy deflagrációval;
- vegyi töltetű robbanótestek esetén az eszköz falának kilyukasztása a harcanyag mentesítése céljából.”²⁶

A tesztelt eljárás bemutatása

A hazánkban folyó robbantástechnikát érintő kutatások sok területet érintenek, de a kumulatív töltetek kiemelkednek közülük. Az iparban a nagymélységű fúrólyukakban is használhatók ilyen töltetek perforátorként,²⁷ a katonai alkalmazás pedig a páncélelhárításon túl a tűzszerész hatástalanításokhoz köthető, ahogyan azt feljebb bemutatam. Ezen a vonalon találhatunk eredményeket kis méretű kumulatív töltetekkel kapcsolatban, amelyeknél a brizáns robbanóanyagok hatékonysága egyértelműen azonosíthatóvá vált.²⁸ Azt is kétségtelenül megtaláljuk a szakirodalom között, hogy a különleges, újszerű gyártási eljárásokkal készült töltetek is megállják a helyüket a gyakorlatban,²⁹ valamint a polimer alkatrészek hatékonysága is elfogadható.³⁰ Ezeket a tényeket fontosnak éreztem ismertetni, azonban a kutatásaim és az elévzett tesztek szempontjából az alkalmazott kumulatív töltetet nem fogom bemutatni. Azok geometriája és egyéb műszaki tartalma nem tartozik kutatásaimhoz, jelen írásműben kizárólag egy újszerű hatástalanítási eljárás kialakítását vezetem fel, amely képes támogatni az ilyen kumulatív töltetek hatékony működését, miközben a biztonság szintje nem csökken.

A tesztekre az MH kijelölt robbantóterén került sor Tatárszentgyörgy térségében, kiváló időjárási viszonyok között. Mivel a robbantási, hatástalanítási tevékenységet légköri problémák nem nehezítették, két független kísérletet tettünk az eljárás hatékonyságának igazolására.

²⁵ EMBER 2022a: 14.

²⁶ EMBER 2022a: 14.

²⁷ LUKÁCS 2010: 186.

²⁸ KUGYELA 2019: 108–110.

²⁹ EMBER 2022b: 81.

³⁰ EMBER 2022c: 23.

A céltárgyakat a közszolgálati feladatok során azonosított és a Központi Robbanótest Gyűjtőhelyre elszállított aknagránátok képezték. A két szovjet O–832 típusú repeszhatású aknagránát oldalára egy bevett módszerrel, ragasztószalaggal rögzítettük a kumulatív tölteteket a megfelelő pozícióba (1. ábra). Ezt a pontot a hengeres részen választottuk ki a gázvisszafordító hornyoknál, annak érdekében, hogy viszonylag egyenes felületen és egyenlő falvastagságon kelljen a töltetnek elműködnie és áthatolnia.



1. ábra: O–832 szovjet aknagránát kumulatív töltettel felszerelve

Forrás: Ember István felvétele

Az eljárás újszerűsége abban rejlik, hogy a bevett gyakorlathoz képest nem betemetve, vagy a ritkábban (és főleg idegen hadseregek által) alkalmazott módon, szabadon elhelyezve hatástalanítottuk a két robbanótestet. Kialakítottunk egy-egy 50 x 50 cm felületi keresztmetszetű egyenes üreget a talajban, amelynek mélysége 150 cm volt. Ezekbe helyeztük elkülönítve az aknagránátokat, úgy, hogy a töltet az üreg szája felé nézzen, tehát felfelé. Ezt követően temetést nem végeztünk, az üreget faanyaggal lefedtük, majd 5 db homokzsákot (hosszávetőleg 15–20 kg homokot tartalmazott mindegyik) helyeztünk el rajta (2. ábra) az esetleges repeszhatás csökkentése érdekében. Az üreget teljesen lefedtük, kizárólag az elektromos gyújtáshoz szükséges vezetékek számára volt nyílás kialakítva.



2. ábra: A robbantóüreg homokzsákokkal fedve

Forrás: Ember István felvétele

A robbantás az MH rendszeresített elektromos vezetékeivel, elektromos gyutacsával és gyújtógépével történt. A biztonsági rendszabályok maximális betartása nem is lehetett kérdés, a biztonsági zónát a szabadon robbantott töltetekre vonatkozó előírások szerint alakítottuk ki, annak ellenére, hogy nem számítottunk jelentős mennyiségben a repeszek ürege kívüli megjelenésére.

A két szeparált robbantás eredményei magukért beszélnek. A hanghatás jelentéktelen volt, repeszek kirepülését nem tapasztaltuk. Az üreget lefedő faanyag alsó oldalán korom jelent meg, és kisebb repeszek ütötte nyomokra figyeltünk fel. Utóbbi nyomok a homokzsákok alsó oldalain is megjelentek néhány esetben, ahol azok közvetlenül az üreg felett voltak elhelyezve, azonban kimeneti szakadást nem tapasztaltunk. A kialakított védmű megállta a helyét, a töltet pedig kiválóan elvégezte a feladatát, amit a robbanótestek megmaradt darabjai igazolnak (3. ábra).



3. ábra: Aknagranát-maradványok a hatástalanítás után

Forrás: Ember István felvétele

Hangsúlyozni szeretném, hogy további tesztek még szükségesek a hatástalanítási eljárás valós bevezetése előtt, azonban az elvi működőképessége egyértelműen beigazolódott. Természetesen nem minden esetben lehetséges a módszert alkalmazni, mert kellően állékony talaj szükséges az üreget lefedő talajtakaró megtartásához és a beomlás elkerüléséhez. Mindezek figyelembevétele mellett azonban a teszteket sikeresnek ítélem.

Összegzés

A kitűzött célt sikerült elérni, és kipróbáltam (megpróbáltam kialakítani) egy újszerű eljárást robbanótestek hatástalanításához. Az elvi működést gyakorlati tesztekkel sikerült igazolni, a megvalósulás mindkét esetben az elvárásaim szerint alakult.

Fontosnak tartom kiemelni, hogy az újszerű hatástalanítási eljárás – habár számos további tesztet igényel még – az eddigi eredmények szerint kellően biztonságos és hatékony. A jövőben ez a metódus jó alapja lehet a tűzszerészgyakorlatnak a robbantásos hatástalanítások során.

További kutatási iránynak tartom az eljárást más típusú robbanótesteken is elvégezni, annak érdekében, hogy a lehetséges méretbeli korlátokat be lehessen határolni. Nem gondolom, hogy ez minden egyes veszélyes eszköz kezelése során tökéletesen alkalmazható módszerré válik a jövőben a robbanótestek méretei miatt, de a hazánkban leggyakrabban előforduló robbanótestek esetében ez nem jelent majd problémát.

Felhasznált irodalom

- 142/1999. (IX. 8.) Korm. rendelet a tűzszerészeti mentesítési feladatok ellátásáról. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99900142.kor>
- BEREK Tamás (2016): ABV (CBRN) tűzszerészcsoporthoz, mint a biztonsági kihívásokra adott válaszlépés. *Bolyai Szemle*, 25(4), 22–34. Online: <https://bit.ly/3fbM4nf>
- DARUKA Norbert (2012): Terroristák és taktikák, avagy védekezz, ha tudsz. *Repüléstudományi Közlemények*, 24(2/ksz.), 33–41. Online: https://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2012_cikkek/02_Daruka_Norbert.pdf
- DARUKA Norbert (2014): Robbanótestek I. – Amit a bombákról tudni érdemes. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24(4), 68–82. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2298/1565>
- EMBER István (2020a): A lőszermentesítés szerepe az építőiparban. *Építőanyag*, 72(2), 59–63. Online: <https://doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2020.9>
- EMBER István (2020b): A robbanótestek, mint a talajban fekvő potenciális veszélyforrások. In VARGA Gabriella et al. (szerk.): *Geotechnika 2020 Konferencia*. Budapest: Konferencia Iroda, 25–32. Online: <http://geotechnikakonferencia.hu/achivum/>
- EMBER István (2022a): *Kumulatív töltetek alkalmazási lehetősége tűzszerész 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 2022*. Budapest: Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 75–83.
- EMBER István (2022c): Hatásvizsgálati robbantás kumulatív töltetekkel. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(4), 13–23. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.3.2>
- FEHÉR János (2006): Akna és lőszermentesítés Somogyban. In HAJDU RÁFIS János – PAP János (szerk.): *Aknászok, tűzszerészek. Hős magyar honvédek a II. világháborúban és az azt követő években*. Mezőkövesd: Legatum, 34–39.
- HORVÁTH Tibor – EMBER István (2022): A robbanóanyagok azonosításának biztonsági jelentősége a tűzszerész szakfeladatok ellátása során. *Honvédségi Szemle*, 150(4), 94–103. Online: <https://doi.org/10.35926/HSZ.2022.4.7>
- KOVÁCS Tibor – NYERS József – PADÁNYI József (2012): *Építünk, védünk, alkotunk. A műszaki csapatok története 1945-től napjainkig*. Budapest: Zrínyi.
- KOVÁCS Zoltán (2012a): Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(2), 37–52. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2804/2063>
- KOVÁCS Zoltán (2012b): Fontos létesítmények IED elleni védelme. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(ksz.), 35–44. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2584/1851>
- KOVÁCS Zoltán (2014): Repülőtéri létesítmények fizikai védelme IED ellen. *Repüléstudományi Közlemények*, 26(2), 106–113. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/reptudkoz/article/view/4602/3759>

- KOVÁCS Zoltán – EMBER István (2023): A közszolgálati tűzszerészet aktuális kihívásai. In GÖCZE István – PADÁNYI József (szerk.): *Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában*. Budapest: Ludovika, 185–202. Online: <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/102123>
- KUGYELA, Lóránd (2019): Experiments with Small Size Shaped Charges. *Hadmérnök*, 14(2), 99–110. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.2.8>
- LENGYEL László – VERES József (2022): Az ABV-tűzszerészképesség kialakítása, avagy egy út, hogy a legjobbak közé kerülhessünk (1.). *Honvédségi Szemle*, 150(4), 16–30. Online: <https://doi.org/10.35926/HSZ.2022.4.2>
- LUKÁCS László (2010): A kumulatív töltetek és gyakorlati alkalmazásuk. *Műszaki Katonai Közlöny*, 20(1–4), 175–196. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2866/2122>
- POSTA Lajos (2015): A tűzszerész és aknakutató tevékenység megjelenése Magyarországon. In BUCSÁK Mihály et al. (szerk.): *70 év az életveszély árnyékában. A magyar tűzszerész- és aknakutató alakulatok története 1945–2015*. Budapest: Zrínyi, 13–32.
- STECKIEWICZ, Arthur– TRZCIŃSKI, Waldemar (2014): Investigation of the Reaction of Energetic Materials on Jet Impact. *17th International Seminar New Trends in Research of Energetic Materials*. Pardubice: University of Pardubice, 1038–1049.
- 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

Levente Czipó,¹  Ferenc Kiss² 

Multipurpose River Drone

The potential of multipurpose river drones can open up numerous applications for users. Low production costs, remote control, and autonomous navigation all provide significant advantages while minimising the need for human intervention. Their development, driven by the integration of modern 3D printing and robotics technologies, further expands their range of application, reduces logistical demands, and enhances operational efficiency.

Keywords: river drone, suicide drone, 3D printing

Introduction

Today, Hungarian river operations are concentrated on the Danube, Lake Balaton and navigable domestic rivers, as Hungary is a landlocked country, so military activity is mainly conducted on the rivers and Lake Balaton. For the Hungarian Defence Forces (hereinafter: HDF), riverine warships and watercraft play a role in strengthening national defence capabilities. The HDF 1st Engineer and Riverine Guard Regiment's Naval Subdivision primarily ensures the protection of waterway navigation using mine-clearing vessels, EOD patrol boats, and smaller floating technical equipment. This unit is undergoing continuous modernisation and is increasingly adapting to modern military technology developments.

Special attention in naval operations is given to reconnaissance, defensive, and support missions conducted along rivers and lakes, which contribute to national security and regional stability. The HDF regularly participates in international exercises (such as the "Iron Cat" joint navigation exercise with neighbouring Serbia), where the role of waterborne combat vehicles is gaining increasing emphasis. These types of military-technical developments ensure that the Hungarian armed forces are capable of responding effectively to various international conflicts and situations, taking into account the requirements of modern warfare.

¹ Captain, e-mail: czipolevente@gmail.com

² Bomb technician, e-mail: kissf850517@gmail.com

The drones

Innovative ideas and continuous technological development are fundamental in overcoming the challenges of the future. In many cases, concepts that may not seem feasible at first can later form the basis for groundbreaking innovations. Therefore, it is important to think boldly about potential technological advancements, even if they do not seem realistic today. Such in-depth, even daring thinking can not only point to new directions but also provide inspiration that promotes future progress. Technological innovation often emerges from ideas that initially appear impossible, and it is precisely these bold dreams that can lead to the next major breakthrough.

Drones – unmanned aerial and water vehicles – have undergone significant transformation over the past decades and have become indispensable in many areas of life. In the civilian sphere, they have opened up new opportunities across various industries, such as agriculture, logistics, construction, as well as disaster response and life-saving operations (for example, in surveying disaster areas that are difficult or impossible to access for rescue and search services). Their extraordinary importance and wide applicability have also been recognised at the tactical level. With increasingly advanced sensors and cameras, these devices have made aerial surveillance, data collection, and transport not only faster but also safer.

However, drone technology development is not limited to aerial applications: the combination of watercraft and drones has opened new directions in research and development, especially in the field of river drones. The development and deployment of these drones offer numerous new possibilities in water transport, underwater monitoring, and even water-based rescue operations.

In the following, we will examine the key aspects of designing and building river drones, as well as the innovative opportunities these devices can offer. Today, technological advancement is rapidly and profoundly transforming the norms of the battlefield. Our aim is to propose a concept for the application and development of a strategic multipurpose drone, using existing, easily accessible, and quickly replaceable tools and components.

Historical outlook

The use of unmanned floating combat devices deployed against enemy positions is not unfamiliar across various historical eras – in fact, such tactics have sometimes served as decisive moments in battles, campaigns, or even entire wars. In naval battles of the 15th century, the deployment of so-called "fire ships" was prevalent. These were not only set ablaze but were also filled with various explosive materials (tar, sulphur, black powder, oil, overloaded and plugged old or damaged cannon barrels, iron nails, balls, and other debris functioning as shrapnel).³

³ COGGESHALL 1997.

These sailing ships were equipped with the necessary munitions and held in reserve until the right moment for deployment. Opposing fleets typically lined up in tight battle formations, which greatly enhanced their effectiveness in combat. Fire ships were primarily intended to disrupt these formations, and secondarily, to destroy individual enemy ships (also sail-powered, and highly flammable due to sails, ropes, wooden hulls, oil, grease, gunpowder, etc.) by setting them on fire.

When the right moment came – namely, when the fleet had manoeuvred into a position to gain the wind's advantage (i.e. receiving a tailwind blowing toward the enemy) – the crew set the sails and rudder of the fire ship to point in the direction of the enemy, secured them in place, ignited the explosives and the ship itself, and escaped in small boats. From that point onward, the ship, now unmanned and uncontrollable, drifted directly toward the enemy's fleet formation.

The enemy could only evade the flaming, exploding, fire-spewing vessel by breaking formation and scattering to avoid the threat. However, in doing so, they lost much of their battlefield efficiency and became significantly more vulnerable to defeat by the still cohesive attacking fleet.

A striking and – retrospectively – decisive example of this tactic occurred on 8 August 1588, in the English Channel during the battle between the Spanish "Invincible Armada" led by Admiral Medina Sidonia, and the English fleet commanded by Admiral Hawkins and his Co-Commander Sir Francis Drake. The smaller, more agile English ships had been unable to break the Spanish crescent shaped formation – curving forward on both flanks toward the enemy – using artillery fire alone. The Spanish, in turn, could not catch or force the English into close combat due to their slower, heavier ships.

This stalemate was broken by a pre-dawn fire ship attack launched by the English fleet. As a result, the Spanish formation was disrupted, and the swift English vessels seized the opportunity to attack the now scattered Spanish ships individually. In the battle that became known as the "Battle of Gravelines" the cohesion of the Spanish Armada was shattered, marking the beginning of its slow but inevitable destruction.⁴

Benefits of water drones

Nowadays, the production and application of aerial drones have reached such a high level that they may call into question the relevance of drones used on water. In the case of an aerial strike, the drone's range of movement is significantly wider, and achieving the desired destructive effect requires a much higher level of operator expertise. It can also move beyond the water surface, is highly manoeuvrable, and provides the operator with a more comprehensive, "bird's eye" view of the given situation.

⁴ ERDŐDY 1979: 210–212.

Aerial drones offer many advantages; however, they do have one major drawback. When used against sea or river vessels, they are not particularly effective, as small-sized drones are incapable of carrying large amounts of explosives. Transporting a larger payload requires a larger body and increased power consumption, which can only be achieved by increasing the battery size – yet this is far from cost-effective.

Currently, the number of drones deployed on rivers remains negligible. However, many companies are now placing strong emphasis on the development of riverbed mapping technologies, with a particular focus on the benefits offered by low draft depth and minimal engine noise. These characteristics not only enable more efficient reconnaissance but also improve measurement accuracy while minimising environmental disruption.

The Black Widow 2 drone – designed for river reconnaissance and, if necessary, explosive transport – was developed in early 2025 in response to the challenges posed by the ongoing Russia–Ukraine war (Figure 1).



Figure 1: Black Widow 2 river drone

Source: LITNAROVYCH 2025

This type of drone has a range of 10 km, can carry a payload of 3 kg, is only 1 m long and has a total cost of \$2700. The manufacturer of the product is capable of producing up to 100 devices per month.⁵

Sea drones

The suicide drones born from the Ukrainian–Russian conflict have proven to perform effectively both on water and in the air. “In 2022, Ukrainian President Volodymyr Zelensky launched a fundraising campaign to build a fleet of naval drones to protect Ukrainian cities from Russian

⁵ LITNAROVYCH 2025.

missile strikes launched from Black Sea ships.”⁶ The issue described above resulted in a fast and cost-effective solution. “These drones, powered by water jets, can reach speeds of up to 80 kilometres per hour. During deployment, the operator uses an onboard camera to identify targets and then directs the drone at high speed toward the objective. Two fuses, sourced from Russian aerial bombs, are mounted in the nose of the naval drone, which trigger the warhead upon impact with the enemy vessel’s hull”⁷ (Figure 2).



Figure 2: Explosive Uncrewed Surface Vessel (USV)

Source: <https://x.com/CovertShores/status/1678696313989517313?mx=2>

The aforementioned case is a good example that waterborne drones can hold their own alongside their airborne counterparts. Drones developed for use against naval vessels must be capable of overcoming waves and covering long distances due to their maritime operating environment. Achieving long range capabilities (248 miles, approximately 400 km)⁸ requires high battery capacity and long distance remote control. Consequently, adapting to maritime conditions necessitates the use of a larger body.

In contrast, river-based applications do not require long distance travel (20–30 km), nor is a large hull necessary to deliver an explosive payload. Additionally, the desired impact can be achieved with a smaller explosive charge.

Application areas

In general, its biggest advantage during application, as with all drones, is the distance from dangerous environmental areas.

⁶ Hirado.hu 2023.

⁷ Hirado.hu 2023.

⁸ Interesting Engineering Official 2023.

In transportation

One of the most cost-effective methods of transportation is shipping by water, which has played a key role in global trade for centuries. The main reason for this is that maritime transport allows for the movement of large quantities of goods over long distances at relatively low operational costs. Ships can carry extremely large volumes of cargo from one point to another at once, dramatically reducing the cost per ton of transport. Waterborne transport is also more fuel-efficient than road or rail transport, as ships encounter less resistance while moving through water, thus requiring less energy for propulsion.

However, this form of transport can also be highly vulnerable: even a single suicide drone can be sufficient to disable a ship's hull. To immobilise a ship, it is enough to render the propellers inoperable by directing a suicide drone into them. As a result, the supply cannot reach its destination on time.

If equipped with proper reconnaissance tools (such as radar), it is possible to detect and neutralise a floating technical device directed at our ship's hull. However, the speed and rapid manoeuvrability of such devices significantly complicates the elimination of a moving target.

Against floating mines and river locks

They can be effectively used against floating mine barriers without endangering personnel or equipment. Their drawback, however, is that they are only effective against floating mines or explosive devices floating on the surface of the water.

In the case of river barriers – such as chains or nets stretched below the waterline, or buoys connected and stretched across the river surface – they can be effective in stopping floating drones. In our opinion, the most suitable solution for stopping drones is a stretched net and buoy system. However, overcoming these is not impossible. To break through, multiple drones are required. We believe that by detonating water drones caught in the barriers, a passage can be opened through the river obstacles, allowing the following drones to pass.

It is also worth mentioning that physical river barriers not only hinder the movement of the enemy but also reduce the mobility of friendly forces and slow down the transportation time necessary for resupplying. On 29 October 2022, Ukraine launched an attack against Russian warships stationed at the port of Sevastopol, prompting the Russian leadership to build a line of defence at the port entrance in order to protect the base of the Russian naval fleet.

Application against coastal targets

It can also be suitable for targeting various coastal objectives, such as destroying port infrastructure, stored equipment, floating structures, dams, or dry docks. In our opinion, significantly more explosive material would be required for demolishing bridge piers, which would necessitate a larger carrier body. This would result in reduced speed and a decrease in camouflage effectiveness due to the increased size.

Against crossing and amphibious troops

Suicide drones can be tactically deployed against amphibious troops crossing rivers, as well as against temporary floating bridges or ferries facilitating the crossing. These devices can effectively neutralise enemy troop movements and disrupt infrastructure essential for river crossings. Against units using small floating craft (e.g. inflatable boats, assault boats), the destructive radius of suicide drones can be increased by filling them with shrapnel. Based on the operating principle of infantry landmines, the primary objective is not necessarily total destruction, but rather rendering technical equipment or human resources combat-ineffective, and producing indirect effects such as disrupting enemy troop movements, breaking the logistical chain, or lowering morale.

"Camouflage"

One of the main disadvantages of aerial drones, in our view, is that their wings, rotors, and lightweight structures are fragile and difficult to camouflage due to their shape. Water-based drone bodies, on the other hand, may be more suitable for long-term deployment in operational areas, hidden among fallen trees or reeds. Thanks to larger battery capacities, we believe these drones can remain in a dormant state for several days, even behind enemy lines. Their power supply can be ensured in an environmentally friendly and sustainable manner – for example through the use of solar panels that harness solar energy to continuously recharge the batteries required for operation thereby enabling extended mission durations.

Reconnaissance tasks

Like most drones, water-based drones should also be equipped with cameras that provide a continuous live feed to the operator while recording footage. As such, they are well-suited for various reconnaissance missions, such as conducting river reconnaissance without endangering human life and collecting necessary data (e.g. riverbank structures, terrain suitable for launching or fording operations, etc.).

Possibilities for developing a river drone

We consider it advisable to develop a multi-purpose riverine drone capable of covering a significant portion of the aforementioned application areas. The core idea is to create a watercraft that can be produced quickly and cheaply – even near combat zones – using 3D-printed hulls and existing, widely manufactured explosive materials or devices containing large amounts of explosives.

Devices manufactured and used in the former Warsaw Pact countries — such as the warhead of the PG-7 anti-tank grenade, the FRT-2.5/5 demolition charge (2.5 kg / 5 kg), and TNT pressed charges – can still be found in large quantities in many Eastern European countries today. The electric detonator required to initiate these explosives can be powered by the same battery pack used to propel the drone. The triggering mechanism can be made safe with a simple arming circuit.

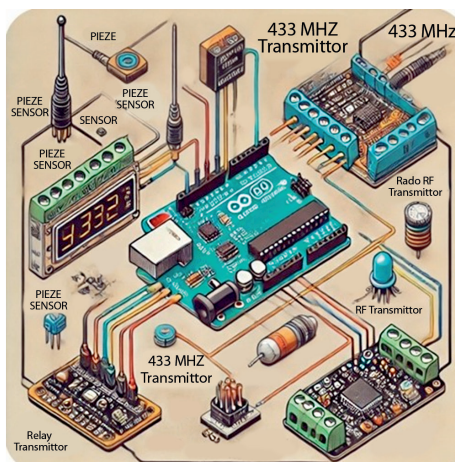


Figure 3: Illustrative figure

Source: compiled by the authors with an AI platform

It may seem necessary to create a body whose hull part consists of modular elements, so that the hull's capacity can be increased or decreased, or possibly replaced modularly, therefore it is advisable to consider a hull design whose properties can offset the possible deterioration in speed and manoeuvrability, such as a catamaran-shaped body. Thus, depending on the task to be performed, the number of explosives and even its shape can be increased. A narrower body allows for lower resistance to water, thus increasing speed and manoeuvrability.

One of the most common methods of 3D printing is the FDM nozzle-pulling process. "The essence of their operation is that a coiled plastic thread, called filament, is placed in a dispensing head unit, which uses a gear to push it into the next component of the print head, the »hotend«. The »hotend« is heated to the appropriate temperature (usually between 200–215 °C) by a heating wire, where the filament melts and, under the influence of the dispensing gear, is extruded through the nozzle at the end of the »hotend« onto a heated tray, where it solidifies again."⁹

3D printing seems like an obvious technology, but it is important to highlight one key factor. 3D printed objects are printed layer by layer, "laid down" by the printer, which results in air-filled "compartments" within the layers of the printed body, which leak through the body under high water pressure, creating a capillary effect.

⁹ EMBER-ÁDÁM 2022.

There is already a solution to the above mentioned problem: "Diamant Dichtol is an internationally protected brand, suitable for repairing micropores, hairline cracks and finer material distribution irregularities up to 350 bar pressure."¹⁰ This technology works by keeping the printed piece in the liquid following the prescribed parameters. During this time, the liquid fills the capillaries, then, when removed from the special liquid, it "drys" in the capillaries, thereby blocking the path of water and ensuring the waterproof effect.¹¹

Considering the above, we believe that 3D printing technology is excellently applicable in the manufacture of hulls, especially for the production of floating bodies for multi-purpose drones. One of the main reasons for this is that in this type of device, the hull is not subjected to such high pressure, since they mainly move on the water surface. 3D printing offers the opportunity for easy and cost-effective production, as well as the ability to customise the hull design, which is especially beneficial for innovative and rapidly changing design requirements. In addition, significant savings can be achieved by optimising material use, while ensuring the necessary functionality and durability.

"The military application of 3D printing is currently still in its infancy in most countries around the world, but it is now used in many places in the development of military equipment, primarily for prototype production purposes, or less frequently for the production of finished products. At the same time, the application of the technology to the production of various parts, accessories and the reproduction and replacement of worn-out elements can significantly accelerate the production, supply and repair processes, minimising the time between the emergence of a need and the production of a finished product. The implementation of the procedure in stationery and field conditions can also simplify logistics processes and thus the supply chain, since the use of 3D printers provides the opportunity to produce the necessary equipment locally."¹²

"As 3D prints aren't naturally waterproof, we will need to waterproof them. You can print with more walls of plastic, use higher layers or extrude slightly more plastic, and those do help to reduce the permeability of the print. However, that would use a lot more plastic, especially for a very large print like our boat. Instead, we sealed the outside of the print using some clear coat spray. I did attempt this with lacquer but I prefer the clear coat spray as it contains acetone, so it actually melts the plastic together to create a barrier."¹³

The practical applicability of 3D printed hulls is exemplified by the work of the startup company IMPACD. This innovative company produces ships that are not only efficient and durable, but also environmentally friendly. IMPACD places particular emphasis on the use of recycled materials, many of which can even come from household waste. This approach not

¹⁰ See: <https://hujberkft.hu/hu/termekek/diamant/dichtol/>

¹¹ CPSdrone 2024.

¹² GÁL-NÉMETH 2019.

¹³ Arctic Challenge 2022.

only promotes sustainability, but also reduces production costs, while contributing to the recovery of waste. Such innovative solutions clearly demonstrate how 3D printing can be effectively integrated into modern industrial processes and how it can serve as the basis for environmentally conscious technological development.

If we want to make our hulls more cost-effectively and do not want to rely on any external suppliers, as this may pose potential logistical problems, which is not advantageous when fighting a battle, it is worth building our own multi-purpose river drone. In this case, we can make our device without compromises, and we can also build a drone that is capable of performing all the operations we need on its own and at the same time (reconnaissance, water obstacle removal, destruction). With the development of technology, we have also been able to ignore the battery life. It is not a new thing to be able to continuously charge our drone by installing a solar panel.

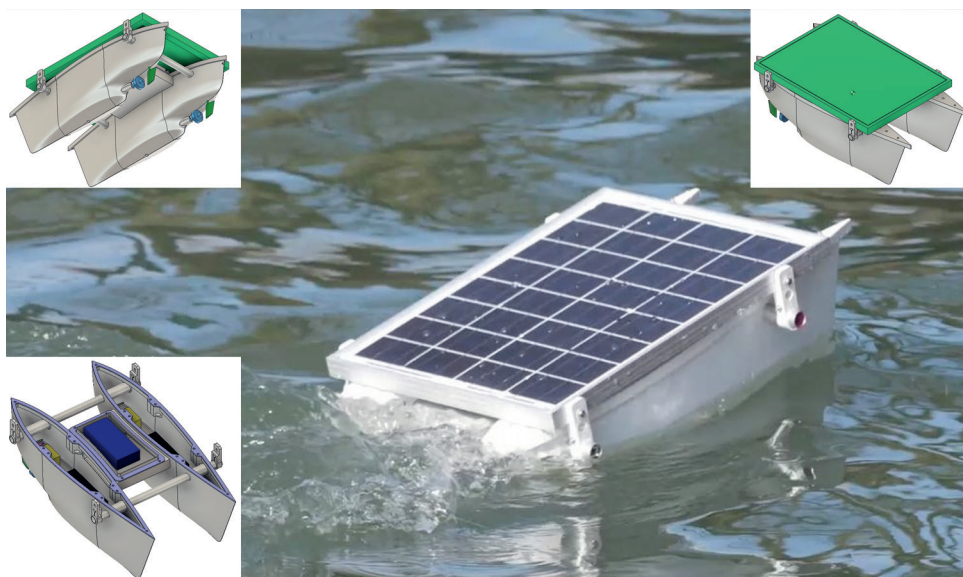


Figure 4: Solar RC Catamaran with 3D Printed Hulls

Source: <https://www.thingiverse.com/thing:5421605>

After installing the solar panel, another opportunity opens up for us, namely that we can deploy our device well in advance, even camouflaged (the camouflage problem mentioned above is no longer a problem today, as technology already allows the use of glare-saving solar collectors) in areas where we can expect enemy movement. This avoids endangering human life and exposing our troops, since our drone operates like a house with an off-grid stand-alone solar panel system.

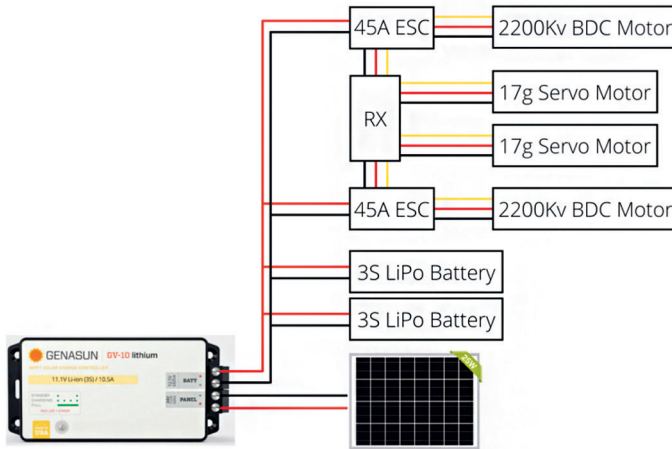


Figure 5: Possible wiring diagram

Source: <https://www.thingiverse.com/thing:5421605>

Depending on the size of our drone, we can also consider additional options, for example, we can build in a small radar that can map the riverbed to a depth of about 9 m, so we can detect fixed river mines, or even find the most suitable section of the coast for crossing without the use of fossil fuels and with minimal noise. Additional development options, such as a thermal camera, night vision, and a SIM card adapter to increase the control and image transmission distance, offer developers numerous research alternatives.

Conclusion

3D printing and robotics have undergone revolutionary changes in the past decade, not only transforming our daily lives, but also having a significant impact on military and civilian applications. These technologies offer innovative, cost-effective and rapidly adaptable solutions that open up new possibilities in modern warfare. Such advanced systems not only increase the efficiency of operations, but also significantly contribute to maintaining personal safety. Automated tools and 3D printed equipment allow soldiers to perform even more complex and dangerous tasks while minimising human losses and maximising efficiency and precision. These technologies are particularly important for modern armies, as they allow the development of specialised tools and systems that can be quickly adapted to specific operational needs. For example, 3D printing can be used to produce drones, components or even entire platforms required for military operations in a short time, which can be easily adapted to different terrains and target tasks. This flexibility allows one device to be used simultaneously in river, air and land operations, while minimising production and maintenance costs. With further

integration of robotics, these drones can become more intelligent, capable of autonomous decision making, real-time data collection and analysis, and more effective communication with other units. This significantly increases the overall effectiveness of operations, while reducing reaction times and improving logistical support. In the future, the development of these technologies will further enhance the effectiveness of military systems. In my opinion, such developments will allow 3D printed drones to be used with minor modifications by other military units. This allows them to be effectively used not only in river operations, but also in air or land operations. It is of paramount importance for modern armies to master these new technologies and integrate them into their daily operations. With this knowledge and technology, the Hungarian Defence Forces can continue to be one of the most decisive and advanced forces in the region, one that not only responds to the challenges of the times, but is also able to actively shape them. Therefore, it is vital that we not only consider the opportunities offered by 3D printing and robotics, but also make them a central part of our strategy and development plans.

References

- Arctic Challenge (2022): *How to 3D Print a Boat*. 13 March 2022. Online: <https://arcticchallenge.co.uk/2022/03/13/how-to-3d-print-a-boat/>
- COGGESHALL, James (1997): *The Fireship and its Role in the Royal Navy* (PDF) (Thesis). Texas A&M University. Online: <https://oaktrust.library.tamu.edu/items/0e427012-90c2-4455-869a-4e5bf6a4d7d7>
- CPSdrone (2024): Making 3D prints actually waterproof. *YouTube.com*, 17 February 2024. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=Q8x-mjjT8j4>
- EMBER, István – ÁDÁM, Balázs (2022): Béléstestek készítésének technikai lehetőségei alacsony sűrűségű anyagból. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(3), 101–111. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.3.6>
- ERDŐDY, János (1979): *Őrségváltás az óceánon*. Budapest: Móra.
- GÁL, Bence – NÉMETH, András (2019): Additív gyártástechnológiák katonai alkalmazásának vizsgálata, különös tekintettel a katonai elektronika területére. *Hadmérnök*, 14(1), 231–249. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.1.19>
- LITNAROVYCH, Vlad (2025): "FPV But on Water,"– Ukraine Tests Revolutionary Black Widow 2 River Drones. *United 24*, 7 January 2025. Online: <https://united24media.com/latest-news/fpv-but-on-water-ukraine-tests-revolutionary-black-widow-2-river-drones-4923>
- Hirado.hu (2023): A tengeri hadviselés új korszakát nyitotta meg Ukrajna? [Has Ukraine opened a new era of naval warfare?] *Hirado.hu*, 19 July 2023. Online: <https://hirado.hu/kulfold/cikk/2023/07/19/a-tengeri-hadviseles-uj-korszakat-nyitotta-meg-ukrajna>
- Interesting Engineering Official (2023): These Are UKRAINIAN Naval Drones That Sunk a RUSSIAN Landing Ship. *YouTube.com*, 14 August 2023. Online: <https://www.youtube.com/watch?v=b-h2wcryXhPU>

Török László¹ 

Budafoki egytonnások

One-Ton Bombs from Budafok

2018 októberében két –feltételezett robbanótestről szóló – bejelentés érkezett Budafok-Tétény Budapest XXII. kerületéből a Magyar Honvédség Tűzszerész Ügyeletére (MH Tű. Ü.), amely önmagában az MH 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezred (MH 1. TFE) rendeltetésének tükrében nem mutat kiemelkedő eltérést a napi feladatokhoz képest. Azonban az előtalálás környezetének ismeretében, valamint tudva azt, hogy a csupán két nap eltéréssel, a Duna medrében előtalált robbanótestek mindegyike közel 1 tonna tömegű volt, feltételezhető, mennyire összetett feladat egy ilyen nem mindennapi, víz alatti tűzszerész mentesítési művelet megtervezése, koordinálása és végrehajtása.

Kulcsszavak: tűzszerészbúvár, Duna, robbanótest, bomba

In October 2018, two reports regarding suspected explosive devices were received by the Hungarian Defence Forces' EOD Duty Office from Budafok-Tétény, the 22nd district of Budapest. In itself, this did not significantly differ from the unit's routine tasks, considering the mission of the HDF 1st EOD and Riverine Guard Regiment. However, given the environment in which these devices were discovered – and knowing that both explosive devices, found just two days apart in the Danube river, weighed nearly one ton each – it is easy to see how complex the planning, coordination, and execution of such an extraordinary underwater bomb disposal operation must have been.

Keywords: underwater-EOD, Danube, UXO, bomb

¹ Tűzszerészbúvár-kiképző zászlós, e-mail: laszlo.torok@outlook.com

Bevezetés

Évente több alkalommal érkezik vízben talált robbanótestekről szóló bejelentés az MH Tű. Ü.-re. Az előtalálások helyszíne rendkívül változatos, kerülnek elő eszközök kisebb csatornákból, halastavakból, holtágakból, kutakból, de természetesen legnagyobb állóvizünk, a Balaton, illetve legnagyobb folyamunk, a Duna is tartogat még megoldandó feladatokat a tűzszerészbúvárok számára. A katonai eredetű robbanószerkezetek vízben történő előtalálásának körülményei különböző, az egyes vízterületekre jellemző képet mutatnak. Míg a kisebb álló- és folyóvizek esetében a megtalálók rendszerint az elburjánzott vízi növényzetet ritkító horgászok, esetleg a manapság népszerű, ám cseppet sem veszélytelen mágneshorgászatot űzők közül kerülnek ki, addig a Balatonnál rendszerint a strandolók, a Duna esetében pedig főleg az ipari búvárok bukkannak a háború maradványaira. A II. világháború végét követően az elsődleges feladat az aknamezők felszámolása volt, így a hátrahagyott vagy fel nem robbant tűzérési és egyéb eszközöket – a napi élet mielőbbi normalizálása érdekében – a helyi lakosok összegyűjtötték és elásták, vagy egy közeli tóban, holtágban, folyóban eltüntették.² Kiváló példa volt erre a 2018 augusztusában lezárt, több hétig tartó víz alatti tűzszerész mentesítési művelet, amelynek során a tűzszerészbúvárok több száz különböző nemzetiségű és típusú robbanótestet emeltek ki és hatástalanítottak, amelyek a Mura folyó Letenye közelében található holtágának iszaprétegébe ágyazódva szunnyadtak. Hasonló „lerakatokat” számoltak fel – a teljesség igénye nélkül – Dunaújvárosnál a Dunából, Barcsan a Dráva folyóból, de megemlíthetjük a Krasznát vagy a Sió-csatornát is.

Budapesti bombák

Számos bejelentés érkezik a Dunában talált légibombákról, amelyek jellemzően Budapest területéről, azon belül is a hidak, valamint a II. világháború során jelentős ipari területnek számító Csepel-sziget környékéről érkeznek (1. ábra). Kerültek elő robbanótestek az Erzsébet hídnál, a Margit hídnál, a Déli összekötő vasúti hídnál, a Várkert Bazár előtti területről és a Széchenyi lánchíd felújítását megelőző mederátvizsgálás során is, ezek az átkelők lerombolását célzó bombázások és tűzérési támadások maradványai voltak. A hidak, vasúti és közúti közlekedési csomópontok mellett az ipari létesítmények, olajfinomítók és természetesen a hadiipart kiszolgáló üzemek is kiemelt célpontjai voltak a szövetséges erők légitámadásainak. A végrehajtott bombázások során a légvédelem és a vadászgépek támadásainak kitett, több hullámban érkező bombázó kötelékek sok esetben nem tudták tartani az előírt távolságokat és időrendet, ezért előfordult, hogy ledobott bombáik nem a kijelölt célterületen csapódtak be. Az 1944. április 3-án Budapest bombázásával kezdődő és 1945. március 26-án Szombathely ellen végrehajtott légicsapással záródó időszakban csak az amerikai légierő által ledobott több tízezer bomba közül számos nem működött rendeltetészerűen valamilyen műszaki hiba miatt, vagy eleve élesítés nélkül, kényszervetést alkalmazva oldották le őket egy sérült bombázóról a repülési

² GELLÉRT 1981.

magasság megtartása érdekében.³ Annak ellenére, hogy 1945 óta folyamatos az ország területének tűzszerész mentesítése, napjainkban is közel 2000 bejelentés érkezik évente a MH Tű. Ü.-re. A Duna medrében előtalált robbanótestekről szóló bejelentések számát alapvetően két fő tényező befolyásolhatja. Ezek egyrészt az ipari bűvártévékenységet igénylő vízépitési, karbantartási munkák, amelyek során számos fel nem robbant eszköz kerül elő, másrészt a folyó tartósan alacsony, esetleg extrém alacsony vízállása, amely látni engedi a pusztítás felszín alatt megbúvó emlékeit.



1. ábra: A Csepeli Szabadkikötő bombázása, 1944. szeptember 17.

Forrás: Fortepan / National Archives

Az alacsony vízállás hatásai

A budafoki mentesítési feladat részleteinek megismeréséhez vissza kell tekintenünk a 2018-as esztendőre, különösen legnagyobb folyónk tartósan alacsony vízszintjének a robbanótestekkel kapcsolatos bejelentések számára gyakorolt hatására. A Duna vízgyűjtő területén jelentkező szokatlanul száraz időjárás komoly hatással volt a folyó vízállására, amely az év második felében rekordalacsony szinteket ért el. Az aszályos időszak nem csupán Magyarországot, hanem a folyó teljes, több mint 2800 kilométeres szakaszát érintette, jelentős problémákat okozva a hajózásban, az ökológiai egyensúlyban, valamint a gazdasági és társadalmi tevékenységekben. A rendkívül alacsony vízállást elsősorban a rendhagyó meteorológiai viszonyok idézték elő. Az év során a Duna vízgyűjtő területén az átlagosnál kevesebb csapadékot regisztráltak, különösen a nyári és kora őszi hónapokban. Az Alpok térségében, ahol a Duna egyik jelentős forrásterülete található, a hóolvadás mértéke is az átlag alatt maradt, ami szintén hozzájárult a vízszint csökkenéséhez. Az Európában tapasztalt hőhullámok tovább súlyosbították a helyzetet, mivel a magas hőmérséklet növelte a párolgást, miközben a csapadékhiány miatt nem érkezett utánpótlás a folyóba.

³ PATAKY–ROZSOS–SÁRHIDAI 1992.

Ezen tényezők együttes következményeként 2018. október 25-én a Vigadó térnél található budapesti vízmérce a valaha mért legkisebb vízállást (LKV), 39 cm-t mutatott.⁴ A Duna más részein, például Bajánál vagy Mohácsnál, hasonlóan aggasztó értékeket mértek. A sekély víz miatt több helyen felszínre kerültek korábban víz alá merült tárgyak, például hajóroncsok, hidak maradványai, valamint különböző robbanótestek. Az alacsony vízállás komoly nehézségeket okozott a dunai hajózásban. A nagyobb teherhajók számára a sekély víz miatt sok szakasz járhatatlanná vált, ami jelentős fennakadásokat eredményezett a nemzetközi áruszállításban. A hajók többsége kénytelen volt csökkentett terheléssel közlekedni, vagy egyes szakaszokon teljesen leállni. Ez nemcsak a szállítási költségeket növelte meg, hanem a folyóra épülő gazdasági ágazatokban, például az ipari és kereskedelmi ellátási láncokban is éreztette hatását. Az alacsony vízszint a környezeti ökoszisztémákra is jelentős hatással volt. A sekélyebb és lassabban mozgó víz kedvezőtlen körülményeket teremtett számos halfajnak. A vízminőség is romlott a pangó vizek és az oxigénhiány miatt, ami egyes helyeken halpusztulásokhoz vezetett. Az alacsony vízállás nemcsak gazdasági és ökológiai szempontból, hanem társadalmi értelemben is jelentős figyelmet kapott. A Duna kiszáradó szakaszain nagy számban jelentek meg strandolók és természetjárók, aminek következményeként a normál vízhozammal jellemezhető évekhez képest többszörösére nőtt a folyóhoz köthető tűzserész bejelentések száma.⁵

Budafoki bejelentések

Az MH Tű. Ü.-re 2018. október 15-én érkezett a XXII. kerületi rendőrkapitányságról a bejelentés, miszerint a Sörház utca és a Tóth József utca közötti Duna-szakaszon, annak jobb partjától néhány méterre a megtaláló egy nagy méretű robbanótestet, feltételezhetően bombát vélt felfedezni. Az előtalált robbanótestek bejelentését, az MH Tű. Ü. tevékenységét, valamint az ilyen eszközök kezelését a tűzserészeti mentesítési feladatok ellátásáról szóló 142/1999. (IX. 8.) kormányrendelet szabályozza. A rendeletben foglaltaknak megfelelően megtörtént a bejelentés kategorizálása, majd a BP/1628 „A”⁶ számon történő nyilvántartásba vétele után a tűzserész járőr soron kívüli kirendelése. A helyszínrre érkező járőr parancsnoka megállapította, hogy a robbanótest a parttól 8–10 méterre található, körülbelül 1 méterre a víz felszíne alatt, így a minden kétséget kizáró azonosítás, az eszköz kiemelése és hatástalanítása további eszközöket, tűzserészbúvár-képességet, valamint – tekintettel a robbanótest méreteire – fokozott védelmi intézkedések bevezetését igényli. A bejelentést követő napon újabb, búvárképességgel megerősített tűzserész járőr kapta feladatul az előtalált robbanótest felderítését. A beazonosítás során megállapították, hogy a bejelentett eszköz egy amerikai GP–2000lb légibomba, vetett állapotban, amely fenékgyújtóval, valamint sérült orrgyújtóval rendelkezik. A felkutatás

⁴ Országos Vízügyi Szolgálat [é. n.].

⁵ EMBER 2019.

⁶ BP/1652 „A” bejelentési szám, ahol BP az előtalálás helyét jelöli vármegyék szerint (Budapest); 1652 – ez a bejelentés az adott évben az 1652.; „A” a bejelentés kategóriája, amely azonnali intézkedést igényel.

minden esetben kiterjed az előtalált robbanótest közvetlen környezetére is, amelynek során előkerült további 1 db 37 mm-es 15M repeszgránát, valamint 1 db gáz-riasztó pisztoly, a hozzá tartozó 30 db tölténnyel, amelyeket későbbi megsemmisítés céljából a járőr elszállított. A járőrparancsnok jelentése alapján megkezdődött a tűzszerész művelet tervezése, amelynek elengedhetetlen részét képezte október 17-én a helyszín felmérése, a szükséges védelmi intézkedések meghatározása, valamint a kiemelés lehetséges módjainak vizsgálata. A helyszíni szemle során a közelben tartózkodó horgászok jelezték, hogy véleményük szerint északi irányban, mintegy 300 m távolságra van még egy hasonló méretű robbanótest a partvédő kövezés szélénél. A helyszíni parancsnok megtette a szükséges bejelentést az MH Tű. Ü.-re, amelyet a BP/1652 „A” számon nyilvántartásba vettek, és október 19-én újabb járőrt indítottak útnak a 17-én bejelentett robbanótest felderítésére. A helyszínre érkező tűzszerészbűvár-csoport több merülést hajtott végre, amelyek során beazonosítottak egy másik GP-2000lb légi-bombát sérült orggyújtószerkezettel, valamint törött fenékrésszel. Megállapították továbbá, hogy a fenéklap, ezáltal a fenékgyújtó-szerkezet és a robbanóanyag-töltet egy része hiányzik, valamint a bombatest hosszanti irányban megrepedt és a partvédő kövezés közé ékelődött. Jól mutatja a rendkívül alacsony vízállás bejelentésekre gyakorolt hatását, hogy a felderítő merülések végrehajtása után a tűzszerész járőrt átirányítottak egy 18-án a XXI. kerületből érkezett, a Dunában előtalált bombáról szóló bejelentés kezelésére. A bűvármerülések során kiderült, hogy a bejelentett eszköz egy 250 kg-os német utánpótlás konténer, amely mintegy 100 kg, 7,92 × 33 mm-es Kurz löszert tartalmazott.

A robbanószerkezetek azonosítása

A több évtizede alkalmazott vagy hátrahagyott, erősen korrodált, esetleg sérült robbanótestek minden kétséget kizáró azonosítása gyakran a szárazföldön sem egyszerű feladat. Számos esetben előtaláláskor az eszköznek csak egy része látható, így ez a feladat gondos előkészítést igényel, amely magában foglalja a robbanótest feltárását és tisztítását. Miután azonosításra alkalmas helyzetbe hozták, meg kell határozni a robbanószerkezet fajtáját, eredetét, típusát, űrméretét és egyéb méreteit, az állapotát, valamint a korát. Az összegyűjtött információk, valamint a működésre vonatkozó jellemzők együttes figyelembevételével meg kell állapítani az eszköz veszélyességi fokát, valamint csökkenteni azt a biztonságos megsemmisítés vagy a hatástalanítás módszereit alkalmazva. A víz alatti mentesítési műveletek során a tűzszerészbűvárok munkáját számos tényező nehezíti. A beazonosítást a hazai vizekre jellemző alacsony vagy „nulla” látótávolság mellett, sok esetben a hideg víz erős sodrásával megbirkózva kell végrehajtani, ami kiemelt fizikai, mentális, valamint tűzszerész és bűvár szakmai felkészültséget követel meg az állománytól. A Budafokon végrehajtott felderítő merülések során elvégzett azonosítás után világossá vált, hogy rendkívül alapos tervezést, szervezést, valamint a társszervek bevonását igénylő feladatot kell végrehajtania a tűzszerész ezred állományának. A művelet összetettségét a sűrűn lakott terület, a közút, a vasút közelsége, a kiemelést nehezítő számos tényező, továbbá a szükséges védelmi intézkedések által érintett terület nagysága adta, amelynek meghatározásához a beazonosított robbanótestek tulajdonságai szolgáltak alapul.

GP–2000lb általános célú bomba

A GP–2000lb amerikai bomba típusjelzésében (1. táblázat) szereplő GP (*General Purpose*) jelölés az eszköz általános célú felhasználására utal, míg a 2000lb a robbanótest tömegét jelöli fontban,⁷ amely 907,18474 kg-nak felel meg, azaz a budafoki gázlónál talált robbanótestek egyenként közel 1 tonna tömegűek voltak. A robbanószerkezet hengeresacél-testtel, megerősített orr-résszel, valamint doboz formájú lemez vezetőszárnyval ellátott kúpos fenékrésszel rendelkezik. A GP sorozat több méretben készült, ennek megfelelően a test készülhetett varrat nélküli acélcsőből, illetve kettő vagy három öntött darabból hegesztve. Számos fejlesztésen esett át az eszköz (2. táblázat), így kisebb-nagyobb változtatásokkal egyre hatékonyabbá vált a felhasználása.

1. táblázat: Típusjelzések fejlődése a hadsereg és a haditengerészet által használt általános célú bombák vonatkozásában

Tömeg lb.	M sorozat	Haditengerészet	AN sorozat	AN G.P. sorozat	AN G.P. A1 sorozat
100	M30	Mk 4 Mod 4	AN-M30	AN-M30	AN-M30A1
250	M57		AN-M57	AN-M57	AN-M57A1
300	M31				
500	M43	Mk 12 Mod 2	AN-M43	AN-M64	AN-M57A1
600	M32				
1000	M44	Mk 13 Mod 2	AN-M44	AN-M65	AN-M65A1
1100	M33				
2000	M34		AN-M34	AN-M66	AN-M66A1

Forrás: Ordnance Pamphlet 1664 alapján a szerző szerkesztése

Az AN (Army/Navy) Szabványügyi Testület 1941-es megszervezése előtt ezeket a bombákat Demolition H.E. bombáknak nevezték. A szabványosítási eljárás keretében átnevezték őket *general purpose high-explosive* (G.P.H.E.) bombákra. Első szériája a 2000 lb M34 típusjelzést viselte, amelynek teljes hossza vezető szárnyval 90,4 inch⁸ (2296,16 mm), a test hossza 70,0 inch (1778 mm), átmérője 23,3 inch (591,82 mm), a fal vastagsága pedig 0,5 inch (12,7 mm) volt.⁹

2. táblázat: Az egyes sorozatok főtölteteire vonatkozó adatok.

Sorozat	M34		AN-M34	
Töltet	Amatol	TNT	Amatol	TNT
Töltet tömege	1061 lb	1077 lb	1063 lb	1117 lb
Teljes tömeg	1971 lb	1987 lb	2049 lb	2103 lb
Töltetszázalék	53,8%	54,7%	51,9%	53,1%

⁷ 1 angol font = 453,59237 gramm.

⁸ Hosszúság mértékegysége: 1 inch = 1" = 1 hüvelyk = 2,54 cm.

⁹ Ordnance Pamphlet 1664 1947.

Sorozat	AN-M66		AN-M66A1	
Töltet	Amatol	TNT	TNT	Comp.B
Töltet tömege	1063 lb	1117 lb	1117 lb	1142 lb
Teljes tömeg	2052 lb	2106 lb	2106 lb	2140 lb
Töltetszázalék	52,0%	53,00%	53,00%	53,3%

Forrás: Ordnance Pamphlet 1664 alapján a szerző szerkesztése

Higroszkopikus tulajdonsága miatt az amatollal töltött eszközök esetén az orr- és fenékrész szigetelését öntött TNT-vel¹⁰ végezték, majd rácsavarható fenéklappal zárták le. A robbanószerkezet rendelkezett az orr- és fenékrészben egyaránt elhelyezett M104 típusú tetrilátvivő töltettel, valamint a fenéklapba menettel rögzített M102 jelzésű, tetriltöltetű, a fenékgyújtó befogadására alkalmas detonátorpersellyel. Felfüggesztése vízszintesen történt, 2 db U alakú rúdacélból készült függesztőszemmel, amelyek a bombatesthez hegesztve, annak hossz-tengelye mentén, egymástól 30 inch (762 mm) távolságra helyezkedtek el.

AN (Army/Navy) sorozat

Az AN Szabványügyi Testület létrehozása a hadsereg és a haditengerészet által használt bombák szabványosítását eredményezte az AN sorozatban, amely az alábbi módosításokkal járt az M sorozat tekintetében:

1. A bombatestet a brit kioldó eszközökkel kompatibilis, harmadik függesztő szemmel látták el, amely a kettős függesztéssel ellentétes oldalra került.
2. A fenékrész megerősítésének érdekében a korábban belső menetes fenékszáró sapkát külső menetes fenékszáró dugóra váltották.
3. A bombákat olivazöldre festették, 1 inch-es (25,4 mm) sárga sávokkal az orr és a fenékrész körül, és egy 1/4 inch (6,38 mm) sárga sávval a súlypont körül.

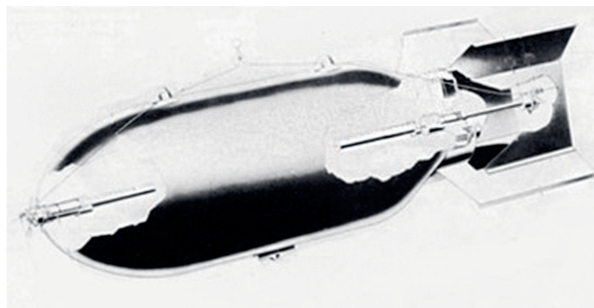
AN GP sorozat

Az AN sorozatot később felváltotta az AN GP sorozat, hogy lehetővé tegye ezeknek a bombáknak a használatát tengeralattjáró-elhárító, valamint általános bombázási feladatok során egyaránt. Ez a módosítás csak az 500, 1000 és 2000 fontos bombákat érintette, új jelölésük AN-M64, AN-M65 és AN-M66 (2. ábra) lett, és az M102 detonátorperselyt az M115 jelűre cserélték, ezáltal lehetővé vált a haditengerészet által alkalmazott AN-Mk 230 hidrosztatikus fenékgyújtó és a hadseregben szabványos fenékgyújtók használata is. Ezeknek a bombáknak a főtöltete amatol 50/50¹¹ volt, majd 1943 után a TNT lett a szabványos töltőanyag, amit később az eszközök egy jelentős részében a Composition B¹² váltott.

¹⁰ Trinitrotoluol vagy trotil.

¹¹ 50% ammónium-nitrát és 50% TNT keveréke.

¹² 59,5% hexogén, 39,5% TNT és 1% viasz keveréke.

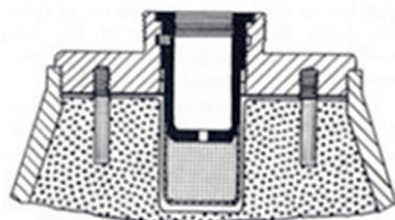


2. ábra: GP-2000lb AN-M66.

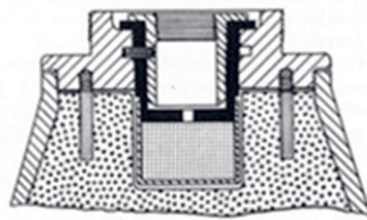
Forrás: Ordnance Pamphlet 1664 alapján a szerző szerkesztése

AN GP-A1 sorozat

Az A1 módosítás két, a fenéklapban rögzített acélcsapból áll, amelyek a főtöltet megszilárdulása után megakadályozzák a fenéklap eltávolítását. Ebben a sorozatban a detonátorperselyeket is módosították az M102A1-re és az M115A1-re (3. ábra). Ez a módosítás egy, a perselyen áthaladó furatból és a fenéklap menetébe mart horonyból állt, amely lehetővé tette a kiszérelés ellen biztosított fenékgyújtó-szerkezetek alkalmazását. Az AN GP-A2 sorozat csupán a nehezebb orr-részben különbözik az A1-től.¹³



Fenékrész M102 A1 detonátorpersellyel



Fenékrész M115 A1 detonátorpersellyel

3. ábra: Az AN GP-A1 sorozat módosításai

Forrás: Ordnance Pamphlet 1664 alapján a szerző szerkesztése

A robbanószerkezetek minden kétséget kizáró beazonosításához ismernünk kell az eszközök jellegzetes külső ismertetőjegyeit, méreteit, míg a veszélyességi fok meghatározásához tisztában kell lennünk az előtöltött robbanótestben alkalmazott robbanó- és pirotechnikai anyagok, valamint gyújtószerkezetek tulajdonságaival és működésével. A hadsereg és a haditengerészet által használt bombák szabványosítása azok sokrétű felhasználását tette lehetővé, ugyanakkor az alkalmazott gyújtószerkezetek fejlesztését is megkívánta.

¹³ Ordnance Pamphlet 1664 1947.

Mivel a hazánkat ért, a szövetséges erők által végrehajtott légitámadások során érhető okokból a szárazföldi célok pusztítására fejlesztett működtető szerkezeteket alkalmazták, csak ezek alapvető jellemzőit és fejlődését tekintjük át.

Hazánkban alkalmazott gyújtószerkezetek

A fenékgyújtó-szerkezetek tekintetében a korai fejlesztésű M100 sorozat 2000 lb tömegű bombákhoz fejlesztett M102 jelzésű, légcsavar-kibiztosítású, pirotechnikai késleltetéssel rendelkező, tehetetlenségi csapódó működésű gyújtószerkezetet és ennek továbbfejlesztett változatait alkalmazták a leggyakrabban. A korai fejlesztésű M102 gyújtók állandó 0,1 másodperces késleltetéssel, valamint a légcsavaron 8 db széles lapáttal rendelkeztek. Élesítésükhöz körülbelül 720 lapátfordulatra volt szükség. A változatos felhasználás igényeinek eleget téve újabb, AN-M102A1 típusa a végrehajtandó feladat függvényében cserélhető, M14 jelzésű 0,01; 0,025; 0,10; 0,24 másodperces késleltető elegyet is magában foglaló elsődleges detonátorral rendelkezett, amelynek volt késleltetés nélküli változata is. Ezt követően az A2 módosítás során négyre változtatták a légcsavar lapátjainak számát, valamint az élesítés idejét 150–170 lapátfordulatra csökkentették.

Tűzszerész szempontból fokozottan veszélyes gyújtószerkezetek közé tartozik az M123 széria legnagyobb, M125 jelzésű, kiserelés elleni biztosítással rendelkező, vegyi késleltetésű fenékgyújtója és ennek továbbfejlesztett változatai, amelyeket a GP-1000lb AN-M65A1, a GP-2000lb AN-M66A1 és M66A2 bombákban alkalmaztak. Ezeknek a gyújtószerkezeteknek a fogaskerékrendszere megegyezik az AN-M100A2 széria gyújtóival, azzal a különbséggel, hogy a biztosítószár ellentétes irányú menettel rendelkezik, így a légcsavar forgató hatására nem kifelé, hanem a gyújtóban lévő acetón-alkohol keveréket tartalmazó üvegampulla irányába mozog. Amikor a menetes szár nyomást gyakorol az üvegampullára és eltöri azt, a benne lévő oldat felszabadul és elkezd feloldani az előfeszített rugóval ellátott, ütőszeg biztosító celluloidtárcsát. A celluloidtárcsa feloldódása következtében az ütőszeg reteszelő golyók általi rögzítése megszűnik, és a feszített rugó hatására a csappantyúba szűr. A gyújtó működési idejét rövid – 1, 2, 6 és 12 óras – késleltetés esetén az ampullában lévő alkohol-acetón keverék koncentrációjának változtatásával, míg hosszú – 24, 36, 72 és 144 óras – késleltetés esetén a celluloidtárcsa vastagságának változtatásával állították be. A működési időkből tisztán látszik egy olyan technikai megoldás szükségessége, amely megakadályozta a gyújtószerkezet eltávolítását a késleltetés ideje alatt. Ezt a gyújtószerkezet házának speciális kialakításával oldották meg úgy, hogy ha megkísérlik kiserelni a gyújtószerkezetet, akkor a két részből álló ház alsó része egy reteszelő golyó által rögzül a perselyben. A gyújtó további elforgatásának hatására szétválik a felső és alsó gyújtóházrész, és csupán 3/64 inch (1,906 mm) elmozdulást követően a rugóval előfeszített ütőszeg reteszelése megszűnik, és a gyújtószerkezet működésbe lép, az üvegampulla vagy a celluloidtárcsa állapotától függetlenül. Az M123 gyújtócsalád a bombavetést követő, idő előtti működés kiküszöbölésére egy fontos fejlesztésen esett át, amelynek során a légcsavar hajtáslassító áttételét megszüntették és közvetlen meghajtást alkalmaztak, ezáltal a szériába tartozó M125A1 gyújtószerkezet is biztonságosabbá vált.

A vegyi késleltetésű fenékgyújtó-szerkezetek alkalmazása során a bombatest orr-résében kialakított gyújtófészekbe nem helyeztek gyújtószerkezetet, azt záró csavarral szigetelték, míg a korábban tárgyalt tehetetlenségi csapódó fenékgyújtókat használva, a bombákat orrgyújtóval is felszerelték. Az AN-M100 sorozatba tartozó gyújtószerkezetet leggyakrabban az AN-M103 gyújtóval párosították, amely légcavarkibiztosítású, beállítástól függően pillanathatással vagy pirotechnikai eleggyel késleltetve (0,1 másodperc) működő pillanatcsapódó gyújtószerkezet volt. Korábbi változata, az M103 nagyobb és gyengébb légcavart szerkezettel rendelkezett, ami számos problémát okozott a kibiztosítási folyamatban, ezért ennek fejlesztése során nagyobb légcavart és erősebb szerkezetet kapott. További átalakításra volt szükség a biztosító szerkezet tekintetében, miután a tapasztalatok azt mutatták, hogy kényszerleszállás esetén számos alkalommal előfordult, hogy a légcavart és a biztosító kupak leszakadása után a gyújtó-szerkezet kiélesedett, majd működésbe lépett. Ezt a problémát kiküszöbölték az AN-M103A1 sorozatnál, amely leváltotta a korábbi szériát.¹⁴

Tervezés

A felderítő merülések alapján megtörtént az előtalált robbanótestek beazonosítása, veszélyességi fok szerinti besorolása, és meghatározták a szükséges védelmi intézkedéseket, így megkezdődhetett a mentesítés végrehajtásának tervezése. Az alacsony vízállás ellenére, vagy éppen annak okán, számos akadályozó tényező merült fel. Az alkulat aknamentesítő hajói rendelkeztek a kiemeléshez szükséges, megfelelő teherbírású daruval, ugyanakkor a 120 cm-es maximális merülési mélységük nem tette lehetővé a robbanótestek biztonságos megközelítését az adott vízállásnál. Felmerült a robbanószerkezetek partról történő daruzása is, a helyszíni szemle tapasztalatai azonban rámutattak, hogy a főút túl nagy távolságra van ilyen tömegű teher emeléséhez, valamint az út és a part közti kerékpárút nem elég széles egy megfelelő teherbírású daru számára. Világossá vált, hogy a művelet csak magasabb vízállásnál, az AM-hajók alkalmazásával hajtható végre. A tűzszerész műveleti főnökség megkezdte a védelmi intézkedésekkel (lezárások, kiürítések) kapcsolatos egyeztetést a társszervekkel, valamint október 30-án kirendeltek egy tűzszerészbúvár-csoportot a kiemelés előkészítésére. Az alacsony vízállást kihasználva több merülést hajtottak végre, ezek során a robbanótestek közvetlen környezetéből eltávolították a kiemelés akadályozó hordalékot és a nagyobb köveket. A tervezett védelmi intézkedések bevezetésével érintett 1 km sugarú területen belül számos közforgalmú utat, vasútvonalat, közintézményt és lakóépületet kellett lezárni vagy kiüríteni az állampolgárok biztonsága érdekében, ami a társszervektől a rendelkezésre álló erőforrások gondos átcsoportosítását igényelte. Hosszas tervezés és egyeztetés után a mentesítési feladat végrehajtására 2019. március 23-át jelölték ki. A kiemelés előkészületeként március 6-án újabb merülések keretében a kirendelt tűzszerészbúvár-csoport a bombákhoz

¹⁴ *Ordnance Pamphlet 1664 1947.*

rögzítette a daruzáshoz szükséges kötélzetet, amely biztosította, hogy a kiemeléskor bevezetendő állampolgári korlátozások idejét csökkentsék. Ez fontos szempont volt a végrehajtás megtervezésénél is, ezért két hajót, az AM-31-et, valamint az AM-32-t (4. ábra) vették igénybe.



4. ábra: AM-32 parttűzésben

Forrás: MH 1. Tűzserész és Folyamőr Ezred 2019a

A robbanótestek kiemeléséhez szükséges bűvármerülések megtervezésekor figyelembe kellett venni az aktuális vízállást – Budapestnél ez 385 cm volt¹⁵ –, amely biztosította az eszközök biztonságos megközelítését AM-hajókon, a bűvárok szempontjából azonban a megnövekedett vízsebesség miatt a legkevésbé sem volt ideálisnak nevezhető. A végrehajtáshoz két merülési bázist kellett tervezni, egyet a magaspartra a partvédő kövezés mellett fekvő bomba eléréséhez, egy másikat pedig az AM-31 által vontatott merülési platformra, a parttól immáron 12–15 m távolságra lévő, elsőként bejelentett robbanótest kiemeléséhez.

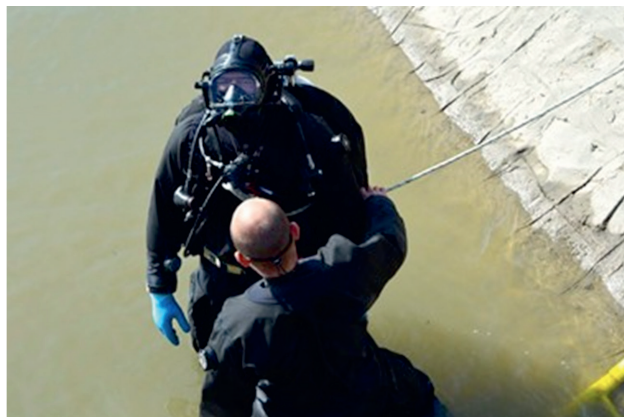
Kiemelés, hatástalanítás, megsemmisítés

2019. március 23-a reggelén, az ezt megelőző időszakban elvégzett tervezés, számos egyeztetés és a szükséges technikai eszközök, valamint a végrehajtó állomány felkészítése után elkezdődhetett a komplex tűzserész művelet végrehajtása. Az AM-hajók elhagyták az MH Hadikikötőjét, hogy elfoglalják a számukra meghatározott pozíciókat, valamint a kirendelt tűzserész- és tűzserészbűvár-csoport is elindult a helyszínre. Budapest Főváros Védelmi Bizottságának koordinálása mellett a Budapesti Rendőr-főkapitányság¹⁶ megkezdte a védelmi intézkedések által érintett 1 km sugarú körbe eső terület lezárását és kiürítését. A helyszínre érkező bűvárok csoportja berendezte a végrehajtáshoz szükséges merülési bázisokat, valamint megtörtént az AM-hajók pontos pozicionálása. A terület teljes kiürítése és lezárása

¹⁵ Országos Vízjelző Szolgálat [é. n.].

¹⁶ Az érintett terület lezárása Budafok-Tétény Budapest XXII. kerület Önkormányzatának, a Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóságnak, az Országos Mentőszolgálatnak, a Fővárosi Önkormányzati Rendészeti Igazgatóságnak, a BKK-nak, a MÁV-nak, a Fővárosi Csatornázási Műveknek és Budapest Főváros Kormányhivatalának a bevonásával történt.

után a tűzserézbúvár-csoport megkezdte a parthoz közelebb fekvő robbanótest kiemelését (5. ábra). A merülőbúvár kötélbiztosítás mellett, kommunikációval ellátott, teljes arcot fedő úgynevezett *full face* maszkkal, valamint nyílt rendszerű autonóm légzőkészülékkel hajtotta végre a merülést, amelynek során először a bomba gyári függesztő szemeibe rögzítette a teherelosztó kötélzetet, majd bekötötte a hajó darujának emelősodronyát. A kötélzet megfeszítését követő ellenőrzés után a búvár a felszínre jött, és a robbanótestet kiemelték az AM-32 hajó fedélzetére, ahol a tűzserészcsoporthoz az M-103 típusú orrgyújtószerkezet kisserelésével hatástalanította azt.



5. ábra: Utolsó ellenőrzés a merülés előtt

Forrás: MH 1. Tűzserész és Folyamőr Ezred 2019b

A második robbanótest kiemeléséhez az AM-31 hajó által vontatott platformról kellett végrehajtani a merüléseket, amelyek a part menti körülményekhez képest lényegesen nagyobb vízsebesség miatt az előzőtől eltérő búvárfelszerelés alkalmazását kívánták meg. Két merülésre volt szükség a kiemelés biztonságos kivitelezéséhez, amelyek során a búvárok az MBF-2005 típusú¹⁷ felszerelést viselték. A dunai mentesítések alkalmával ez a tűzserész búvárok által leggyakrabban alkalmazott felszereléstípus, mivel a búvársisak kellő védelmet nyújt a mechanikai sérülésekkel szemben, valamint a felszín alatt dolgozó tűzserész folyamatos kommunikációs kapcsolatban van a felszíni – irányító, kiszolgáló – szolgálati személyekkel, akik tömlőn keresztül biztosítják számára a megfelelő nyomású és mennyiségű légzőgázt (6. ábra). A felszerelés alkalmas az erős sodrásban történő munkavégzéshez elengedhetetlen, nagy tömeg (körülbelül 40 kg) biztonságos rögzítésére a búváron, valamint vészhelyzet esetén azok gyors leoldása is szavatolt.

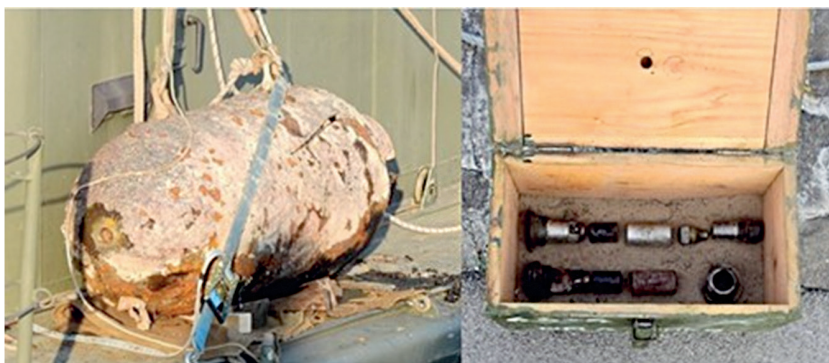
¹⁷ Felszíni légzőgáz-ellátású, sisakos munkabúvár-felszerelés, amelyet 2005-ben rendszeresítettek az MH-ban.



6. ábra: Kezdődik a merülés

Forrás: MH 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezred 2019c

A robbanótest helyét jelölő bója az emelkedő vízzel érkező uszadékok miatt nem volt látható, ezért az első merülés során a búvár először megkereste a robbanószerkezetet, majd ellenőrizte a korábban rögzített hevedereket. A második búvár végrehajtotta az emelősodrony bekötését és a rögzítések megfeszítést követő ellenőrzését. Miután a búvár a felszínre emelkedett, a robbanótestet az AM-31 fedélzetére emelték, ahol a gyújtószerkezetek kiserelésével a tűzszerészcsoporthatástalanította a második bombát is. A hatástalanított eszközöket vízi úton az MH Hadikikötőbe szállították (7. ábra), majd átrakodást követően közúton az MH Központi Robbanótest Gyűjtőhelyére kerültek későbbi megsemmisítésükig. Az elsőként előtalált robbanótestet és gyújtószerkezeteit 2019. június 12-én, míg a másodikként bejelentett eszközt és a hatástalanítás során eltávolított M-103 gyújtót július 30-án semmisítették meg a Táborfalván kijelölt robbantási területen.



7. ábra: A fedélzeten rögzített hatástalanított GP-2000lb és a kiserelt gyújtószerkezetek

Forrás: MH 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezred 2019d és 2019e

Összegzés

A robbanótestek bejelentése és megsemmisítése közti időszakban az alakulat különböző főnökségei napi feladataik elvégzése mellett nélkülözhetetlen háttér munkát végeztek a művelet sikeres végrehajtása érdekében. A tervezéstől kezdve a végrehajtott bűvármerülések egészségügyi biztosításán át a logisztikai biztosításig számos feladatot kellett végrehajtani, amelyek közvetve vagy közvetlenül hozzájárultak a balesetmentes kiemeléshez. Jól látható, hogy az MH 1. TFE szakembereinek folyamatosan, magas szakmai színvonalon kell teljesíteniük, mivel a közszolgálati tűzseréssz feladatok végrehajtása során a legváltozatosabb körülmények között kell a biztonságot szem előtt tartva helytállniuk. A budafoki művelet összetettsége rámutat az MH különleges képességeinek – tűzseréssz, tűzserésszbűvár, hadihajós – fontosságára, valamint a társszervekkel történő együttműködés jelentőségére. Az ilyen és ehhez hasonló, nagy médiaérdeklődést kiváltó, a lakosság biztonságát közvetlenül érintő feladatok sikeres végrehajtása lehetőséget nyújt az ezred, valamint az MH számára, hogy növelje társadalmi elismertségét.

Felhasznált irodalom

- EMBER István (2019): A dunai alacsony vízállások tűzseréssz tapasztalatai 2018-ban. *Műszaki Katonai Közlöny*, 29(3), 65–77. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2019.3.5>
- GELLÉRT Tibor (1981): *Tűzserészek és aknakutatók*. Budapest: Zrínyi.
- PATAKY Iván – ROZSOS László – SÁRHIDAI Gyula (1992): *Légi háború Magyarország felett*. Budapest: Zrínyi. Online: <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/2vhSzakkonyv-magyarok-a-ii-vilaghaboruban-2/legi-haboru-magyarorszag-felett-6E95/>

Internetes források

- Fortepan / National Archives [é. n.]. Online: <https://fortepan.hu/hu/photos/?q=Budapest>
- MH 1. Tűzseréssz és Folyamőr Ezred [@tuzszereshadihajo] (2019a). II. világháborús robbanótestek kiemelése a Duna budafoki szakaszánál. *Facebook*, 2019. március 26. Online: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=2269215969811404&set=a.2269215836478084>
- MH 1. Tűzseréssz és Folyamőr Ezred [@tuzszereshadihajo] (2019b). II. világháborús robbanótestek kiemelése a Duna budafoki szakaszánál. *Facebook*, 2019. március 26. Online: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=2269217356477932&set=a.2269215836478084>
- MH 1. Tűzseréssz és Folyamőr Ezred [@tuzszereshadihajo] (2019c). II. világháborús robbanótestek kiemelése a Duna budafoki szakaszánál. *Facebook*, 2019. március 26. Online: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=2269219663144368&set=a.2269215836478084>
- MH 1. Tűzseréssz és Folyamőr Ezred [@tuzszereshadihajo] (2019d). II. világháborús robbanótestek kiemelése a Duna budafoki szakaszánál. *Facebook*, 2019. március 26. Online: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=2269219183144416&set=a.2269215836478084>
- MH 1. Tűzseréssz és Folyamőr Ezred [@tuzszereshadihajo] (2019e). II. világháborús robbanótestek kiemelése a Duna budafoki szakaszánál. *Facebook*, 2019. március 26. Online: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=2269220249810976&set=a.2269215836478084>
- Ordnance Pamphlet 1664 (Vol. 2.) *U.S. Explosive Ordnance* (1947). Online: <http://michaelhiske.de/VereinigteStaaten/StartSeite.htm>
- Országos Vízügyi Szolgálat [é. n.]: *Archívum. Éves vízállástáblázatok a reggeli mérések alapján*. Online: https://www.hydroinfo.hu/Html/archivum/archiv_tabla.html

Zsolnay Gábor¹ 

A Magyarországon előtalált német 34/35 cm „Röchlinggranate 42 Be” betonromboló gránát hatástalanítása vizesvágó berendezés alkalmazásával

The Defusing of the German “34/35 cm Röchlinggranate 42 Be” Concrete Demolition Grenade Found in Hungary Using Water Jet Cutting Equipment

A háború befejezése óta kialakultak az ismert eszközök hatástalanításának és mentesítésének szabályai és eljárásai, amelyek alapján a tűzszerészek munkavégzése biztonságosabbá vált. Alkalmanként azonban még mindig előkerülnek olyan robbanótestek, amelyek hatástalanítása még a jól felkészült tűzszerész szakembereket is kihívás elé állítja. Ilyen eszköz volt a 90-es évek végén előkerült német 34/35 cm Röchlinggranate 42 Be. betonromboló gránát (a továbbiakban röchlinggránát) is, amelynek sikeres hatástalanítása több tűzszerész-generáción átívelő feladatot jelentett. Ez az írás ennek a különleges és ritka lövedéknek a bemutatására, valamint a hatástalanításának ismertetésére vállalkozik.

Kulcsszavak: hatástalanítás, röchlinggránát, tűzszerész

Since the end of the war, rules and procedures have been established for the neutralisation and disposal of known ordnance, which have made the work of bomb disposal experts safer. However, from time to time, explosive devices still emerge that challenge even the well-trained bomb disposal professionals. One such device was the German 34/35 cm Röchlinggranate 42 Be concrete-piercing grenade, which resurfaced in the late 1990s (hereinafter referred to as

¹ Vezető tűzszerész főtiszt, mestertűzszerész, e-mail: gabor314@freemail.hu

“Röchling grenade”). Successfully neutralising this ordnance represented a task that spanned several generations of bomb disposal experts. This paper aims to present this special and rare projectile, as well as to describe its neutralisation process.

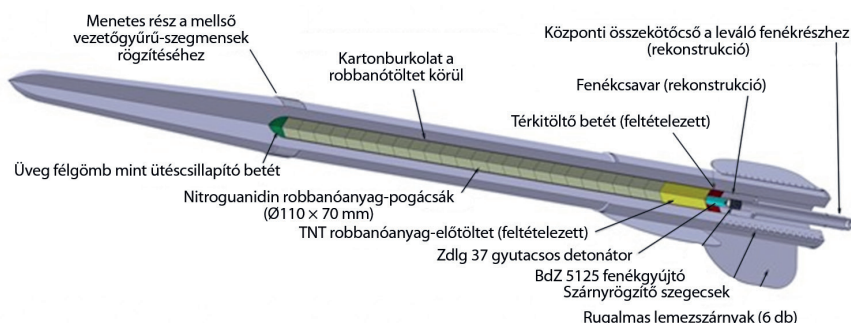
Keywords: neutralisation, Röchling grenade, bomb disposal expert

Bevezető

Köztudomású, hogy Magyarország területe a II. világháború idején hadszíntér volt, és ennek következményeként jelentős számban maradtak itt különböző típusú robbanótestek, amelyeket a hadviselő felek alkalmaztak. Ezek „képesek ölni napjainkban is, annak ellenére, hogy több mint 70 éve befejeződött a világháború”.² „Az elmúlt több mint 70 év során folyamatosan dolgoztak a szakemberek az ország területének biztonságosabbá tételén.”³ Ezek a veszélyforrások tehát kiemelt figyelmet érdemelnek. Döntő többségükről az eltelt évtizedekben elegendő információt szerzett a Magyar Honvédség (a továbbiakban MH, 1990 előtt Magyar Néphadsereg) tüzserész-alakulata, amelyet a robbanótestek felszámolására, hatástalanítására jelöltek ki. Egy, a 90-es évek végén előkerült robbanótest azonban váratlan meglepetést okozott.

A röchlinggránátok kialakulásának ismertetése

A hatástalanítás leírása előtt röviden szólnunk a lőszer kifejlesztéséről is, mivel létezése csak rendkívül szűk körben volt ismert az akkori teljes titoktartás miatt, és napjainkban még mindig csekély a fellelhető szakirodalom a témában.



1. ábra: A 34/35cm Röchling 42 Be

Forrás: Hatala András szerkesztése

² EMBER 2020a: 25.

³ EMBER 2020b: 59.

A röchlinggránát (1. ábra) egy német fejlesztésű és gyártású, szigorúan titkos tűzérési lövedéktípus, amelyet a II. világháborút megelőző időszakban és a háború alatt fejlesztettek ki, és talán egy alkalommal harctéri bevetés során alkalmaztak is. Különösen szilárd, jellemzően vasbeton erődítmények leküzdésére szolgáló tűzérési lövedéktípus volt. Megalkotásának okaként a Németországot körbeölelő védelmi erődvonalakat (a francia Maginot- és a belga Albert-vonal, valamint a csehszlovák erődrendszer) jelölhetjük meg, ezek sikeres áttörési lehetőségeit minden eszközzel vizsgálta a német haderő és katonai műszaki szakma. Az 1930-as évek végén a tűzérési tűz hatástalannak bizonyult a 10–60 méter mélységben lévő kazamaták vagy a 4–6 m vastag vasbeton falak ellen. A páncélkupolák áttörése pedig lehetetlennek látszott. Az „ágyú és páncél” versenyfutását persze meg lehetett nyerni óriáslövegek megalkotásával, a „nyers erővel”. Ezt az irányvonalat példázza a 35,5 cm-es M1 tarack vagy a késve megépített 80 cm-es „Dora” óriáslöveg. Voltak azonban újszerű elképzelések is, amelyek a problémát mély elméleti megfontolások és nagyszámú kísérleti megfigyelés alapján sokkal kifinomultabb módon javasolták megoldani.

Az extrém nagy kaliberhosszúságú⁴ lövedékek kifejlesztése jelentős mértékben August Coenders (1890–1974) német mérnök nevéhez fűződik, aki az I. világháború alatt a németországi Stahlwerke Becker AG-nél dolgozott, majd az 1930-as években több évig volt fegyvertervező az Egyesült Királyságban, a franciaországi Puteaux-ban, valamint a svájci Oerlikonnál is. 1936-ban Hermann Röchling gyártulajdonos a németországi Wetzlarba szerződtette, ahol a II. világháború alatt a Röchlingsche Eisen und Stahlwerke GmbH alkalmazásába került tervezőmérnökként.⁵

Kezdetben hazájában nem váltott ki nagy érdeklődést az általa tervezett speciális lövedék. 1937-ben katonai köröknek lövészetben mutatta be 2 cm-es rugalmas szárnyakkal stabilizált, nem forgó hosszúlövedékét, de a megfigyelők nem találták érdekesnek, és az ötlet továbbfejlesztését elvetették. A megszegényített Coenderst korábbi francia és angol kapcsolatai miatt a Gestapo letartóztatta, majd rövid bírósági tárgyalás után a német hatóságok börtönbe vetették. Röviddel a háború előtt a HWA⁶ hirtelen érdeklődést mutatott a nagy keresztmetszeti terheléssel bíró hosszútestű lövedékkel iránt, Coenderst rehabilitálták és a Röchling-művekhez visszahelyezték, de állandó megfigyelésben kellett a most már szigorúan titkos munkáját folytatnia. A cél egy betontörő lövedék kialakítása volt, amely szárnyakkal stabilizált (nem forgatással), és ürméret alatti, hogy a már említett L/d arány és ezáltal a keresztmetszeti terhelés minél nagyobb legyen (meg a szárnyaknak is maradjon még hely a lövegcsőben). A lövedéktest arányaiban nagy hasonlóságot mutat a napjainkban is használatban lévő, évtizedekkel később kifejlesztett szárnystabilizált nyíllövedékekkel, de azokkal ellentétben rugalmas acéllemezről készült stabilizáló szárnyakkal rendelkezett.⁷

⁴ A kifejezés alatt olyan lövedéket értünk, amelynél ha a lövedék hosszúságát (L) elosztjuk a lövedék átmérőjével (d), akkor 10–20 értékű (L/d) arányszámot kapunk. A klasszikus tűzfegyverlövedékek hasonló értéke a vizsgált korszakban 4–5,5.

⁵ ROGGE 2013: 5.

⁶ A HWA rövidítés a Heereswaffenamt kifejezésből származik, ez volt a Német Hadsereg Fegyverzeti Hivatala.

⁷ ROGGE 2013: 5–6.

A röchlinggránátokat a német tüzérségnél nagy számban rendszeresített közepes (15 cm) és nehéz- (21 cm)⁸ tarackokhoz fejlesztették ki, de készült még a 35,5 cm Mörser M1 szupernehéz tarackhoz (bizonyíthatóan 8 db löveg),⁹ továbbá a háború alatt zsákmányolt francia 34 cm mod12 St. Chamond lövegtalpú vasúti ágyúhoz¹⁰ is (bizonyíthatóan 9 db löveg).¹¹

A fejlesztésben végzett munkájáért Coenders később kitüntetésben részesült, megkapta a Todt-rendet, ám ekkor már egy másik titkos találmányával, a 15 cm-es többkamrás ágyúval (amelyet később V–3-as megtorlófegyver vagy „százlábú” néven ismert meg a világ) került a figyelem középpontjába.¹²

A Wehrmacht különböző szakreferensei több irányból támadták az újfajta lőszert. A logisztika nem lelkesedett túlzottan a röchlinggránátok iránt, mert a lövedékek túl hosszúnak bizonyultak a járműveken, vasúti kocsikon való szállításkor, rakodáskor. A tüzerek a betöltés körülményességét kifogásolták. A kilőtt lövedékek gyakran lecsúsztak a páncélozott célpontokról, néha pedig már a becsapódás pillanatában eltörtek. A 15 cm-es változatok a cseh erődítményeken végzett kísérletek tanulsága szerint nem rendelkeztek kellő detonációs hatással, a 100 mm átmérőjű lövedéktestbe csak szűkös robbanóanyag-kamrát lehetett szerkeszteni. Végül pedig 1942-ben különös döntésnek tűnhetett a bunkerromboló lőszer fejlesztése, hiszen Nyugat-Európában szinte már minden vasbeton és páncélozott erődítmény német kézben volt, a nagy-britanniai erődök és Gibraltár kivételével. A Szovjetunióban pedig alig volt hasonló célpont, leszámítva a krími erődmasszívumot.¹³ Noha kisebb ürméretű páncéltörő ágyúkhöz is elkezdtek a fejlesztést, ezek nem vezettek eredményre.

A gyújtószerkezet kialakítására különös hangsúlyt fektettek, mivel a meglévő fenékgyújtó szerkezetek speciális követelményeknek feleltek meg. A gyújtószerkezetnek „fel kellett ismernie”, hogy a behatolás, az átütés mikor ér véget, azaz mikor érte el a lövedék az erőd kazamata részét. Ebben a pillanatban kell a robbanótöltetet detonációra bírnia. A Röchling kezdeti kétbeállítású gyújtószerkezetét (BdZ 5125 néven) a Rheinmetall 1942-ben jelentősen leegyszerűsítette, de így sem bizonyult megbízhatónak. Gyakran a talajban robbantak a gránátok, néha a betonfalakban, de néha az átütés után továbbrepülve, a kazamata padlójába újra befuródott a lövedék, majd a padozat alatt robbant fel. A megbízható gyújtószerkezetet a hadsereg ballisztikai-kísérleti gárdájának útmutatásai alapján a drezdai Zeiss-Ikon cég fejlesztette ki 1944-re. A rugalmasan kipattanó stabilizátorszárnyak kialakítása is számos problémát okozott, hiszen azok számát, alakját és rögzítését is optimalizálni kellett.¹⁴

⁸ A német megjelölés 21 cm Mörser 18 „mozsár” volt, de valójában a tarackok családjába tartozott. Ugyanez igaz a 35,5 cm Mörser M1-re is.

⁹ 35,5 cm Mörser M1 1983: 7829.

¹⁰ A német megnevezések kétféle löveget különböztettek meg. A 34 cm-es Kanone -GI- (E) 673 (f) 4 fokos csavarzatszöggel, a 34 cm-es Kanone -W- (E) 674 (f) pedig 6 fokos csavarzatszöggel (huzagolásemelkedéssel) készültek.

¹¹ ROGGE 2013: 123.

¹² ROGGE 2013: 6.

¹³ Jelenlegi ismereteink szerint csak egyetlen alkalommal, a szevasztopoli Makszim Gorkij I. erőd 30,5 cm-es messzehordó lövegtornyai ellen vívott tüzérségi párbaj során vetették be a németek a (35,5 cm-es) röchlinggránátot. Ez az állítás Paul Carell 1963-as könyvéből (CARELL 1963) ismert, de a történetkutatás vagy a helyszíni archeológia még nem igazolta.

¹⁴ ROGGE 2013: 38–41.

Az éleslövészetekkel történő teszteléseket a HWA fegyvervizsgáló hivatala, a Wa.Prüf.¹⁵ osztály végezte. A tesztelés a németországi Hillersleben lőtérén indult, speciálisan erre a feladatra épített betonfalakkal, majd az ellenséges erődrendszerek megszerzése után cseh, francia és belga erődökön és bunkereken is folytattak behatolásvizsgálatokat. Minden egyes lövést külön-külön megmérték és regisztráltak: találati hely, behatolás mélysége, a célban kifejtett romboló hatás stb. Érdekes módon több német és osztrák természetes sziklafalra is végeztek belövéseket, jellemzően 1943–1944-ben.¹⁶

A speciális ötvözetből készült űrméret alatti lövedéktestek (űrmérettől függően) olykor több mint 4 méter vasbeton célananyagot (34/35 cm-es kaliber esetén), bunkert voltak képesek átütni, mielőtt a lövedéktest a vasbeton bunkerek alsó födémén keresztül a talajba hatolt. A jelentős átütőerő és behatolási képesség ellenére ezeknek a lövedékeknek viszonylag alacsony csőtorkolati sebességük volt (21 cm Mörser 18 – 370 m/s; 34 cm K (E) – 540 m/s).¹⁷ A rugalmas lemezszárnyak és más külbálsztikai hátrányok miatt a gránátok szóráskepe elég nagy volt, legalábbis annak fényében, hogy hozzávetőleg 10–15 méteres pontcélokat kellett volna eltalálni. Emiatt számos lövésre (ütegtűz) lett volna szükség, ha kizárólag röchlinggránátokkal szerették volna az ellenséges erődöt harcképtelenné tenni. A 34 cm-es ágyún kívül a többi fegyver tüze nagyjából 8–10 km távolságra volt hatásos, emiatt a fegyverekkel az arcvonalhoz meglehetősen közel kellett volna tüzelőállást elfoglalni. Mindezek ellenére a röchlinggránátok hadfelszerelésbe vételéről a németek nem tettek le. A röchlinggránátok elképesztő átütőereje mindenkit megihletett, a létezésüket is szigorú titoknak minősítették, a harctéri bevetésükre pedig állítólag a Führer engedélyét kellett megszerezni.¹⁸

A röchlinggránát a háború végén elért egyik technikai csúcst jelentette a német tüzérség számára. Habár a lövedék nem vált széles körben ismertté vagy elterjedté, fejlesztése és alkalmazása előkészítette a jövőbeli haditechnikai újításokat. Az angol nyelvterületen „bunkerbusternek” nevezett bombafajták számtalan típusánál, a modern szárnystabilizált tüzérségi lövedékeknél a mai napig visszaköszön August Coenders extrém nagy kaliberhosszúságú lövedék elve.

A Budapest határában előtalált 34/35 cm Röchlinggranate 42 Be hatástalanítása

1998. január 5-én az MH 1. HTAZ¹⁹ tüzserész járőre szakfeladatot hajtott végre a IV. kerületi Megyeri-domboknál, ahol az épülő M0-s autótút nyomvonalából egy különleges robbanótest került elő. Pontos típusát akkor nem sikerült beazonosítani, de azt meg tudták állapítani, hogy az ismeretlen típusú robbanótest gyújtószerkezetet és fenékcavart már nem tartalmazott,

¹⁵ Waffenamts Prüfung 1 osztály: a HWA hivatala volt, amely löszerek, robbanóanyagok fejlesztését és minőség-ellenőrzését is végezte.

¹⁶ ROGGE 2013: 68–124.

¹⁷ ROGGE 2013: 130.

¹⁸ ROGGE 2013: 145.

¹⁹ Honvéd Tüzserész és Aknakutató Zászlóalj.

azonban a robbanóanyag még mindig jelen volt benne. Az elszállításáról a mérete miatt csak napokkal később tudott intézkedni az alakulat parancsnoka. Ekkor a robbanótestet a Vác Derecskedűlőnél található Központi Raktárakhoz szállították, ahol a tűzszerész alakulat hatástalanításra (oktatási célból) és megsemmisítésre váró eszközeinek a gyűjtőhelye található.

A lövedék pontos típusának meghatározását Hatala András tűzszerész végezte el, körülbelül fél évvel az előtálálás után. Már ekkor megszületett az elhatározás a tűzszerész szakmai vezetés részéről, hogy ezt a különleges robbanótestet hatástalanítani kell a haditechnika történetében betöltött úttörő szerepe miatt, oktató-szemléltető eszközként történő megőrzése céljából.

Hatala András a röchlinggránátról és a Magyarországon előkerült eszközről a *Haditechnika* magazinban részletes publikációt is megjelentetett.²⁰ A publikációt a szerző azzal a gondolat-tal zárta, hogy „[s]zétzerelésére a – robbanóanyag eltávolítására – egyelőre nincs megfelelő technológia”.²¹

1998 és 2006 között megszakításokkal, az egyéb feladatok függvényében, alkalmasszerűen zajlott a gránáttestből a robbanóanyag eltávolítása Kiss Róbert posztumusz alezredes, mestertűzszerész vezetésével, lassan, mechanikus módszerrel. Ebből az időszakból a hatástalanítás dokumentációja nem áll rendelkezésre (az akkori szabályozás még nem követelt ilyet). Már ekkor látszottak a módszer korlátai: még a pontos adatok híján is 2–2,5 méteresre becsülték a robbanóanyag-kamra hosszát, és ezzel az eljárással a robbanóanyag maradéktalan eltávolítása nem tűnt megvalósíthatónak.

2006 után hosszabb szünet következett, 2018-ig az alakulat gyűjtőhelyén a röchlinggránát földtakaró alatt „pihent”. Ekkor a GAVIK²² szakembereivel mintavételezés történt a robbanóanyagból, annak megállapítása céljából, hogy az alkalmas oldószer megtalálásával kémiai úton történjen meg az eszköz hatástalanítása. Ilyen irányban 2020-ig zajlottak kísérletek, többféle oldószerrel (aceton, savtartalmú oldat, lúgos oldat), de azoknak a dolomit megjelenésű és keménységű robbanóanyag kitartóan ellenállt.

A 34/35 cm Röchlinggranate 42 Be hatástalanítása vizesvágó berendezéssel

2024 januárjában egy oktatás keretében az alakulathoz látogatott Hatala András százados, gyűjteményvezető, a Hadtörténeti Intézet és Múzeum lőszerekkel foglalkozó szakembere, egykori tűzszerész. Bemutatták számára a vizesvágó berendezést, és az eddig szerzett kedvező tapasztalatok ismertetése folytatódott, valamint az oktatóanyag készítése céljából hatástalanított eszközökkel kapcsolatos tapasztalatokat is megosztották. Ekkor merült fel a gondolat, hogy a röchlinggránátot a vizesvágó berendezéssel hatástalanítsák, miután a berendezés szükséges és megfelelő átalakításával sikerült volna biztosítani a biztonságos munkavégzést.

²⁰ HATALA 2002a; HATALA 2002b; HATALA 2003.

²¹ HATALA 2003: 86.

²² Görgői Artúr Vegyivédelmi Információs Központ.

A lövedékről és a hatástalanításhoz rendelkezésre álló információk

A Magyarországon előtalált lövedék 34/35 cm Röchlinggranate 42 Be típusú. A lövedéktípus perjeles űrméret-megnevezése a már korábban említett két különböző űrméretű és nemzetiségű lövegre utal.

Az előtalált röchlinggránát szerkezete

A lövedék szerkezete viszonylag egyszerű, mégis különleges: egy szívós, mangán-króm-szilíciummal ötvözött acél lövedéktest, amelyet robbanóanyag tölt meg. A lövedéket és a robbanóanyagot a nagy ellenállású célanyagokon való áthatolásra tervezték. Nagy kaliberű lövedékekhez képest egyedi jellemzőkkel és arányokkal rendelkezik, amelyeket az alábbi fő részek jellemeznek:

Lövedéktest (burkolat) a stabilizátorszárnyakkal: A hosszú acél lövedéktest biztosította a megfelelő behatolási képességet a célanyagba, hasonlóan a hagyományos betonromboló lövedékekhez, azonban azoktól eltérően nem a lövedék forgása, hanem a rajta rögzített rugalmas acél lemezsárnyak stabilizálják a lövedéket a röppályán, egészen a célba érkezésig. Az előtalált eszközről lényegében már hiányoztak a lemezsárnyak, de a szegecseles környékén tépett maradványaik még megvoltak.

Leváló szektorok: Az űrméret függvényében (34/35 cm) a lövedék központosítását végezték a csőben, azonban ezek a szektorok már nem voltak jelen a lövedéken.

Tolólap: Elsődleges feladata, hogy tömítse a lőporgázokat a kilövésnél a csőben. A lövedékről a tolólap szintén hiányzott.

Robbanóanyag: A lövedékben használt robbanóanyag nitroguanidin ($\text{CH}_4\text{N}_4\text{O}_2$) és TNT volt, azonban az előtaláláskor ismeretlen mennyiség már hiányzott a lövedékből.

Gyújtószerkezet: A gyújtószerkezet típusa BdZ 5125 típusú volt, amelyet a lövedék már nem tartalmazott, mivel a fenékcsonkja is hiányzott, a robbanóanyag-kamra nyitott volt.

A 34/35 cm Röchlinggranate 42 Be főbb műszaki paraméterei²³

A lövedék főbb műszaki paraméterei az alábbiak:

Hossza: 3660 mm (forrás szerint 4000, gyújtószerkezettel együtt).

Átmérője: 220 mm.

Tömege: 925 kg (dokumentumok szerint, a példány mérlegelése még nem történt meg).

A töltet tömege: 30 kg (források alapján, mérések nem történtek, de az előtaláláskor már hiányzott egy ismeretlen mennyiség).

A robbanóanyag-kamra hossza: A hatástalanításhoz e fontos információ nem állt rendelkezésre, azonban a metszetrajzok alapján, arányszámítással a robbanóanyag-kamra hossza 2300 mm-re lett becsülve.

A robbanóanyag-kamra átmérője: 127 mm a lövedék fenékrészén mérve.

²³ ROGGE 2013: 130–134.

Ez a lövedék tehát igen összetett, és a hatástalanításához megfelelő technológiai felkészültség és szakértelem szükséges. A vizesvágó berendezés alkalmazása kulcsfontosságú lépés volt a további hatástalanítási próbák során, a lövedék biztonságos és hatékony kezelése érdekében.

A hatástalanításhoz használt vizesvágó berendezés alapvető működési elve

A vizesvágó berendezés egy olyan rendszer, amely nagy nyomású koptatószer (abrazív anyag, gránitpor) vizes keverékét állítja elő. Ezt a berendezést az 1930-as években kezdték el használni ipari célokra. Az interneten megfelelő mennyiségű információ található a berendezések felépítéséről és működési elvéről, mivel ipari alkalmazása világszerte elterjedt. Röviden összefoglalva: a berendezést azért fejlesztették ki, hogy biztonságosan vágjon át és/vagy nyisson fel tárgyakat koptató hatású szert tartalmazó vízsugárral, anélkül, hogy hőhatás lépne fel a vágandó tárgyon, és csak csekély fizikai erőhatást fejt ki arra. Tűzserész szakfeladatnál a vágást végző kezelő távolról is irányíthatja a berendezést a vezérlőpult és egy megfigyelő kamera segítségével (2. ábra). A fúvókatartó, amely a vágandó anyagtól optimális távolságra kerül, különféle mozgatómechanizmusokkal lehet összekapcsolva, hogy a vágás a kívánt módon történjen, a felhasználó igényeinek megfelelően.



2. ábra: Vezérlőpult monitorral

Forrás: Hatala András felvétele

A berendezés alkalmazása a röchlinggránát hatástalanítására

Az MH a német ANT AG²⁴ MACE²⁵ és mini MACE típusú berendezéseit vásárolta meg a tűzszerész alakulata számára. Az első darab 2008-ban érkezett az alakulathoz. Azonban az eredeti formájában még nem volt alkalmas a röchlinggránát hatástalanítására, mivel a lövedék robbanóanyag-kamrájának kialakítása – a több mint 2 méter hosszú és alig több mint 10 cm átmérőjű kamra – miatt az alkalmazás komoly kihívások elé állította a szakembereket.

A probléma megoldásához olyan átalakításra volt szükség, amely lehetővé tette a berendezés megfelelő alkalmazását. Az elképzelés szerint a rendszeresített vizesvágó berendezés fúvókatartóját egy speciálisan kialakított hosszabbítóval kellett ellátni, hogy a fúvókatartó betolható legyen a robbanóanyag-kamrába. A hosszabbítónak szavatolnia kellett a stabilitást, hogy megakadályozza a nem kívánt mozgásokat, miközben lehetőséget biztosít a fúvókatartó forgatására. A megoldásnak megfelelően a hosszabbító toldattal a fúvóka előretolható a kamrában, és szükség esetén visszahúzható, biztosítva ezzel a biztonságos és precíz hatástalanítást.

Mivel a hatástalanítandó robbanóanyag-oszlop mérete már megfelelően ismert volt, kivitelezhetőnek látszott a vizesvágó berendezéssel történő robbanóanyag-eltávolítás. Egy hosszabbító toldat készült, zártszelvényből, amely egymásba illeszthető és rögzíthető toldatokból, valamint a robbanóanyag-kamra falához illeszkedő 105 mm átmérőjű távtartóból állt (3. ábra).



3. ábra: Zártszelvényből készített befogó és távtartó

Forrás: a szerző felvétele

A távtartón a rendszeresített fúvókatartónak egy rögzítőbilincs is ki lett alakítva, amelyen lehetőség volt a vágási szög állítására is, maximum 20°-ig a forgástengelyhez képest. Erre azért volt szükség, hogy a nagy nyomású szuszpenzió a robbanóanyag-kamra faláról is megfelelően eltávolítsa a robbanóanyagot, folyamatos, alacsony sebességű, előre irányuló és körbeforgó mozgás mellett. Az elképzelés szerint a hosszabbító toldatot egy frappáns megoldással, szorítóbilinccsel, valamint gumislagból készült alátétekkel kell rögzíteni, közvetlenül a vizesvágó berendezés forgatást végző mechanizmusához (4. ábra).

²⁴ Applied New Technologies Aktiengesellschaft, német részvénytársaság.

²⁵ Multiple Angle Cutting Equipment, több szögben vágó berendezés.



4. ábra: Hatástalanítás a zártszelvényű toldattal

Forrás: Hatala András felvétele

A hatástalanítás előkészítése és megkezdése

A szükséges hatástalanítási terv elkészítése, az előkészületek és a szervezés után 2024. április 11-én elszállították a gránátot az MH BGCSGY²⁶ tatárszentgyörgyi területére, ahol az ilyen tömegű robbanótestek hatástalanítása, illetve megsemmisítése biztonságosan végezhető. A hatástalanításhoz egy munkagödör lett kialakítva, ahol a gránát farönkökre bakolva, a feneke rész felé kismértékben lejtve lett elhelyezve (ezáltal segítve a vágás során leváló robbanóanyag- és vágóanyag-keverék könnyebb távozását a robbanóanyag-kamrából).

A hatástalanítás a tervnek megfelelően elkezdődött, azonban hamarosan több, nem várt nehézség is adódott:

1. A vizesvágó forgatómotorjának problémája

A vizesvágó forgatómotorja rövid idő elteltével már nem volt képes a toldattal ellátott fúvókatartót „körbejártatni” a robbanóanyag-kamrában. A vágáshoz használt víz, a koptatószer és a robbanóanyag-maradványok keveréke eltömítette a távtartó és a robbanóanyag-kamra közötti rést, így a forgatást megakadályozta (5. ábra). Az előtolás is problémákba ütközött, mivel a vágási maradványok folyamatosan akadályozták az előrehaladást, ezért gyakran le kellett állítani a hatástalanítást, hogy eltávolítsák a mozgást akadályozó tömedéket.

²⁶ Böszörményi Géza Csapatgyakorlótér.

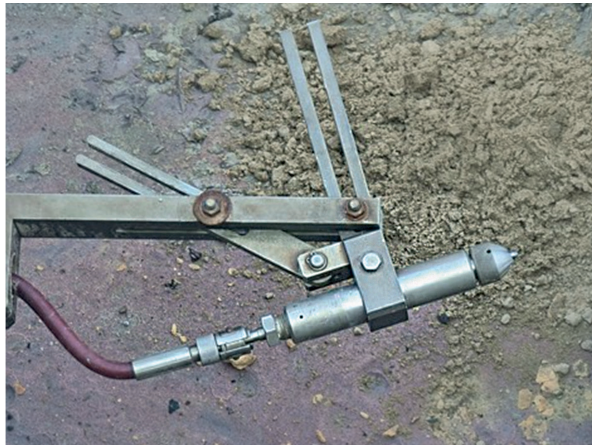


5. ábra A vágás során keletkező tömedék

Forrás: a szerző felvétele

2. A vágási szög problémája

Nem sikerült elérni a vágáshoz kívánt optimális szöget a forgástengelyhez képest a rendszerezett fúvókatartóval (6. ábra), annak 220 mm-es hossza miatt. Az alacsony szögeltérés miatt csupán egy üreget sikerült kialakítani a robbanóanyagban, a kamra falán maradt a robbanóanyag-maradvány és a töltetet csomagoló viaszos papír, ami tovább nehezítette az előretolást. A kívánt vágási hatékonyságot nem sikerült elérni.



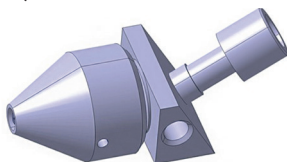
6. ábra: Gyári fúvókatartó

Forrás: a szerző felvétele

3. A robbanóanyag-kamra szűkülése

Ezenfelül a robbanóanyag-kamra, a rendelkezésre álló információktól eltérően, váratlanul összeszűkült, a fenéklaptól mért 1115 mm távolságon 120 mm-re csökkent, így a hatástalanítás folytatása ezzel a módszerrel teljesen lehetetlenné vált. A szűkület megakadályozta, hogy a fúvókatartó megfelelő módon dolgozhasson, és az eltömített részek nem biztosították a vágás zavartalan folytatását.

A helyszínen a tapasztaltak miatt nyilvánvalóvá vált, hogy újra kell gondolni a hatástalanítás végrehajthatóságának feltételeit. Megállapítottuk, hogy a rendszeresített helyett egy olyan fúvókatartó szükséges, amely már alaphelyzetében megfelelő szögben kitérített a forgástengelyhez képest, és a fúvóka excentrikusan helyezkedik el, hogy a robbanóanyag-kamra központi hossz tengelyétől eltolt helyzetből löje a vízsugarat a szemközti lövedékfal irányába. Ezáltal elkerülhető, hogy a fúvóka körbeforgatása során a középrész felé felkúposodó robbanóanyag végső soron a mosószerkezet előrehaladását megakadályozza. Ezeket a feltételeket az eredeti fúvókatartó paramétereivel (220 mm, túl hosszú) nem lehetett biztosítani. Hatala András megtervezett és elkészített egy új típusú, speciális fúvókatartót, amely a robbanóanyag-kamra méretei által támasztott követelmények miatt a hatástalanítás kivitelezéséhez a legjobban megfelel. Az új fúvókatartó rozsdamentes acélból készült olyan módon, hogy a lövedék hossz tengelyéhez képest a fúvóka 30°-os szöget zárt be, így biztosítva a robbanóanyag vágásához szükséges szögeltérést a robbanóanyag-kamrán belül. Ennek az egyedi gyártású fúvókatartónak a hossza csupán 95 mm, amivel már könnyebbé vált a bejutás a leszűkült robbanóanyag-kamrába is (7. ábra).



7. ábra: Egyedileg készített fúvókatartó

Forrás: Hatala András rajza

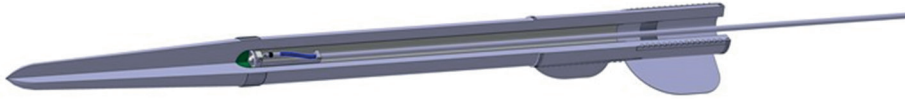
Módosítottuk a mosófejet is (8. ábra), amely kisebb felületen érintkezett a robbanóanyag-kamra falával, hogy ne akadályozza a szuszpenzió-robbanóanyag-papírburkolat keverék kijutását a lövedékből (9. ábra).



8. ábra: Áttervezett távtartó fúvókatartóval

Forrás: Hatala András rajza

Az első kísérlet tapasztalatai alapján egy kaparószerszám is elkészült a leválasztott anyag-maradványok időszakos eltávolítása céljából.



9. ábra: A hatástalanítás módszere

Forrás: Hatala András rajza

A hatástalanítás a következő lehetséges alkalommal, a május–júniusi időszakban folytatódott. Már a hatástalanítás megkezdése utáni első percekben látszott a módosított elgondolás helyessége. A szükséges technikai leállások (koptatóanyag utántöltése a berendezésbe) közötti munkaidőszakokban sikerült előrejutni a robbanóanyag-kamrában, de új problémaként jelentkezett, hogy a szuszpenzió-robbanóanyag-papírburkolat egyveleg körülbelül 15–18 cm előrehaladás után a röchlinggránát belső terét kitöltötte, a mosófejet beékelve. A gránátból szabadon kifolyó víz ugyanis a szilárd részeket nem sodorta magával. Meglepő volt, hogy valójában a koptatóanyag alkotta a tömedék jelentős részét. Új ötletként kipróbáltuk a tiszta, 450 bar nyomású vízzel történő mosást. A váltás meglepően jó eredményt hozott, már az első 10 perces próbánál körülbelül 20 cm előrehaladás történt, és a mosófej még be sem ékelődött! A vágások közötti technikai szünetekben a kaparószerszám segítségével sikerült teljesen kitisztítani a robbanóanyag-kamrát, az eltömődés veszélye elhárult. A vágás során levált nagyobb méretű robbanóanyag-maradványokat is sikerült jobban szemrevételezni.

A robbanóanyag (nitroguanidin) (10. ábra) a vártnál keményebbnek bizonyult, eddig ilyen robbanószerrel még nem találkozott a szakállomány.



10. ábra: A nitroguanidin préstest hossza

Forrás: Hatala András felvétele

A robbanóanyag 110 mm átmérőjű, 70 mm magas préstestek formájában, papírcsomagolásban, viaszolva került a robbanóanyag-kamrába (11. ábra). Ez a lőszerszerelési mód példa nélküli, az eddig megismert szakirodalmi adatok ilyen nem említene, csak a monolit robbanóanyagtömb-változatot ismertették.



11. ábra: A hatástalanított gránát elszállítása

Forrás: Hatala András felvétele

A robbanóanyagnak ez a tulajdonsága is igazolta az alkalmazott eljárás helyességét, mivel a berendezést eleve ilyen nagy szilárdságú anyagok vágására konstruálták.

A hatástalanítás során az alkalmazott technológiával nem merült fel több probléma, sikerült azt ezzel az eljárással végrehajtani. Az eltávolított, összegyűjthető robbanóanyag (16,2 kg mérhetően, ismeretlen mennyiség technológiai veszteség, homokkal-vízzel keverve) a hatástalanítás befejezése után a helyszínen lett megsemmisítve. Az immár üres lövedéktestet végre el lehetett szállítani az alakulat szaktanterméhez (12. ábra), ahol további vizsgálatok és dokumentálás céljából már biztonságos körülmények között megőrizhető.



12. ábra: Robbanóanyag-töltet csomagolópapírja

Forrás: Hatala András felvétele

Összegzés

Nincs fellelhető írott nyoma annak, hogy bárhol sikerrel végeztek volna ilyen komplex hatástalanítást vízesvágó berendezéssel. A magyarországi lőszergyűjtemény gazdagodott egy külföldön is ritka és haditechnikai szempontból különösen jelentős darabbal, amely a háborús örökség és a lőszerekkel kapcsolatos ismeretek szempontjából kiemelkedő jelentőséggel bír. A történelmi kontextust figyelembe véve, ilyen típusú gránátok felbukkanása Magyarországon valóban rendkívüli eseménynek számít (ahogy Ausztriában is),²⁷ és aligha voltak ismertek szélesebb körben.

A hatástalanítás megvalósításában kulcsszerepe volt Hatala András századosnak, a Hadtörténelmi Intézet és Múzeum szakemberének, aki nemcsak a gránátról szóló részletes szakanyagokat biztosította, hanem a feladat sikeres végrehajtásához szükséges műszaki eszközt is megtervezte, és dokumentálta a hatástalanítás folyamatát. A szükséges eszközöket Szokolczay Kornél úr készítette el, akinek munkája nélkülözhetetlen volt a hatástalanítás sikeréhez.

A folyamat során a tüzserész szakállomány szakmai tapasztalatokkal gazdagodott, újfent beigazolódtott, hogy a tüzserészek munkájában kulcsfontosságú a kreativitás és a rugalmasság. A biztonság mindenekelőtt fontos, de nem szabad a feladatra az időt sem sajnálni! Az előre nem látható kihívások és a különleges helyzetek megoldása érdekében a szakembereknek képesnek kellett lenniük arra, hogy alkalmazkodjanak, új megoldásokat találjanak, és azokat hatékonyan végrehajtsák.

Mégis, egy kérdésre továbbra sincs válasz: hogyan kerülhetett egy ilyen lövedék Magyarországra? Egyáltalán miért és hogyan hagyhatta el a német Harmadik Birodalom határait? A gránát hazai alkalmazása szinte teljesen kizárható, nem ismert, hogy valaha is a Kárpát-medencében tartózkodott volna valamelyik 34 vagy 35,5 cm-es tüzérségi eszköz. Következtetjük, hogy a mentesített 34 cm-es Röchlinggranate 42 Be. lövedéket kilőtték, mert a leváló alkatrészek hiányoznak, a szárnyak pontosan úgy szakadtak le, mint az ismert archív fotókon a becsapódott példányok hasonló lemezei. A kilövés/repülés ténye viszont mégsem állapítható meg teljes bizonyossággal, hiszen nincs meg a vezetőgyűrű huzagolásnyommal, mert az is leválik a lövedékről a csőtorkolat elhagyása után. Továbbá, a becsapódott lövedéket ki és hogyan ásta ki? Ez a gránát megfelelő körülmények esetén akár 100 m mélységbe is lehatolhat a talajba! A lövedék kisserelt fenékrésszel került elő, tehát valamikor valaki kicsavarozta a masszív fenéklapot. Tüzserésznek ez nem sikerülhetett, mert a gránáttesten belül 30 cm mélyen kellett volna szerelnie. A művelethez amúgy is egészen speciális szerszámokra van szükség. Az eszköz hazai felbukkanása tehát a történelem egy rejtélyes epizódját képviseli, amely talán örökre titok marad.

²⁷ Tonnenschwere Granate Auf Deponie Entdeckt 2016.

Felhasznált irodalom

- CARELL, Paul (1963): *Unternehmen Barbarossa. Der Marsch nach Russland*. Frankfurt–Berlin–Wien: Ullstein Verlag.
- EMBER István (2020a): A robbanótestek, mint a talajban fekvő potenciális veszélyforrások. In VARGA Gabriella et al. (szerk.): *Geotechnika 2020 Konferencia*. Budapest: Konferencia Iroda, 25–32. Online: <http://geotechnikakonferencia.hu/achivum/>
- EMBER István (2020b): A lőszermentesítés szerepe az építőiparban. *Építőanyag*, 72(2), 59–63. Online: <https://doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2020.9>
- HATALA András (2002a): A Harmadik Birodalom egyik elfeledett titkosfegyvere: a Röchling-gránát I. rész. *Haditechnika*, 36(3), 93–99.
- HATALA András (2002b): A Harmadik Birodalom egyik elfeledett titkosfegyvere: a Röchling-gránát II. rész. *Haditechnika*, 36(4), 60–65.
- HATALA András (2003): A Harmadik Birodalom egyik elfeledett titkosfegyvere: a Röchling-gránát II. rész. *Haditechnika*, 37(1), 82–86.
- ROGGE, Otmar (2013): *Flügelstabilisierte Langgeschosse der Artillerie. Vom Coender'schen Langgeschoss zur betonbrechenden Röchling-Granate*. Magánkiadás.
- 35,5 cm Mörser M1 (1983). *Waffen Revue*, (49), 7827–7878.

Kalla László¹ 

Ember nélküli technikai eszközök szerepe a hadviselésben

The Role of Unmanned Technological Devices in Warfare

A robotok és a drónok megjelenése alapjaiban formálta át a hadviselés természetét. A technológiai fejlődés lehetővé tette, hogy a modern katonai műveletek során az emberi élet kockáztatásának minimalizálása mellett pontos és hatékony bevetések valósuljanak meg. A technikai eszközök nemcsak a felderítésben, hanem támadó műveletekben, logisztikai támogatásban és egyre inkább a mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásában is központi szerepet játszanak. A robotok és a robotizált rendszerek a jövőben kiemelt jelentőségűek lehetnek a világban kialakuló katonai konfliktusokban, így olyan etikai kérdéseket vetnek majd fel, amelyekre még nem vagyunk felkészülve. Az emberiség célja nem lehet más, mint a mesterséges intelligencia kontrollált és felelős használata az élet minden területén, így a hadviselésben is.

Kulcsszavak: drón, robot, mesterséges intelligencia, autonóm fegyverrendszerek, háborús etikai kihívások

The emergence of robots and drones has fundamentally reshaped the nature of warfare. Technological advancements have made it possible to conduct precise and effective military operations while minimising the risk to human lives. These technological tools play a central role not only in reconnaissance but also in offensive operations, logistical support, and increasingly in the application of artificial intelligence (AI). In the future, robots and robotic systems may become key players in military conflicts around the world, raising ethical questions for which we are not yet fully prepared. Humanity's goal must be the controlled and responsible use of artificial intelligence in all areas of life, including warfare.

Keywords: drone, robot, artificial intelligence, autonomous weapon systems, ethical challenges of war

¹ Tűzszerész Műveleti Főnökség, tervező zászlós, e-mail: kalla.laszlo.gyula@mil.hu

Bevezetés

A háború az emberi társadalmak közötti konfliktusok egyik legősibb formája, amely az ember megjelenése óta kíséri a civilizáció fejlődését. Egy erőszakos cselekmény, amelynek célja, hogy az ellenfelet akaratunk teljesítésére kényszerítsük.² Noha a háború céljai, eszközei és hatásai időben és térben változtak, alapvetően a hatalom, erőforrások, eszmék vagy terület birtoklása körüli küzdelemként definiálható. Az emberi faj esetében a háború elsősorban túlélési célokat szolgált. Az eszközök egyszerűek voltak, és a harcok általában kis csoportok vagy törzsek között zajlottak. Az erőforrások megszerzése volt a fő motiváció. A szervezett hadviselés ekkor még nem létezett, inkább spontán összecsapások jellemezték ezt az időszakot. Az első civilizációk kialakulásával a háború intézményesült. Az államok létrejöttével a háborúk szervezettebbé váltak, és megjelentek az első hadseregek. A haditechnika fejlődése, illetve a hadsereg-stratégiák megjelenése jelentősen átalakította a konfliktusokat.

Célom, hogy átfogó vizsgálat során elemezzem és összegyűjtssem a területet érintő legfontosabb mérföldköveket, eseményeket és eredményeket, amelyek valóban előmozdították a modern hadviselés ügyét.

A kezdeti időszak

A középkorban a várostromok, várharok és a zsoldoshadseregek váltak a háború meghatározó elemeivé. Az újkor hajnalán a technológiai és tudományos fejlődés radikálisan megváltoztatta a háborúk jellegét. A 17–18. században az abszolút monarchiák közötti hatalmi harcok, például a harmincéves háború, egész kontinenseket érintettek. A napóleoni háborúk pedig előrevetítették a modern értelemben vett totális háborúk képét, ahol az egész társadalmat mozgósítani lehet. A két világháború a modern háborúk legpusztítóbb példája, ahol az ipari és technológiai forradalom eredményeit a háborúk szolgálatába állították. A hidegháború idején a konfliktusok új dimenziót kaptak: a közvetett háborúk, a fegyverkezési verseny és az ideológiai szembenállás dominált. A 21. században a háború jellege ismét átalakult. A hagyományos államközi konfliktusokat sok esetben felváltotta az aszimmetrikus hadviselés, a terrorizmus, a gerilla-hadviselés, a hibrid hadviselés és a kibertámadások.³ Az új technológiák, mint a drónok, a robotok, a mesterséges intelligencia és az űrhadviselés, új kihívásokat és lehetőségeket teremtettek és teremtenek.

Az I. világháború nagyszámú emberáldozata⁴ arra ösztönözte az emberiséget, hogy megtalálják a háború azon módját, amellyel le lehet csökkenteni a részt vevő, egyben potenciális áldozatok létszámát. Már a háború alatt kísérleteztek emberi irányítást nélkülöző repülőkkal, de a teszteknel tovább akkor még nem jutottak. A világháború még véget sem ért, az amerikai *The Electrical Experimenter* tudományos havilap 1918. októberi számában megjelent egy cikk

² CLAUSEWITZ 2013: 39.

³ FORGÁCS 2020; HOLECZ 2018; TOMOLYA–PADÁNYI 2012.

⁴ SHOWALTER – ROYDE-SMITH [é. n.].

The Automatic Soldier (Automata katona) címmel, amelyben egy dán mérnök szabadalmát mutatták be: egy harci gépet, amely emberek által távolról irányítható „robot” volt.⁵

A rádióvezérlésű repülőgépek harcban való alkalmazása ugyan nem valósult meg, de 1935-ben a britek kiképzési célokra gyártottak több pilóta nélküli légi járművet. Az egyik modell a DH.82B Queen Bee nevet kapta, aminek hatására később az amerikaiak elkezdték használni a *drone* kifejezést a pilóta nélküli légi járművekre.⁶

A robotok egyik ősatya pedig a II. világháborúban bevetett német Goliath könnyű teherhordó mini harckocsi, amelyet robbanóanyaggal töltöttek meg, és az ellenséges harcjárművek hasa alatt hozták működésbe távolról, vezetékes irányítással. Nagyon nehéz és távolról is könnyen felderíthető volt, így nagy sikereket nem értek el vele. A legnagyobb haszna talán az volt, hogy inspirációként szolgált az utókornak közvetlen emberi irányítás nélküli eszközök megalkotására.⁷

Természetesen a „földön, vízen, levegőben...” szlogent a robotok, drónok világában is használhatjuk. Ugyan a tengeralattjárók ember nélküli verzióit az 1950-es évek végén elkezdték alkalmazni, katonai célú kutatásokra és fejlesztésekre egészen az 1990-es évekig várni kellett.

Földön, vízen, levegőben a robotok

A 20. században a két világháború, illetve a világ különböző pontjain lezajlott kisebb nagyobb fegyveres konfliktusok megmutatták, hogy az ember bármire képes, ha pusztításról van szó. És még annál is többre, ha feléled benne a kezdetektől magában hordozott élni akarás, az életösztön. A nagy háborúkban részt vevő felek jóval nagyobb hangsúlyt fektettek a hadiiparra, ennek köszönhetően az I. világháborúban nagyot fejlődött a rádiótechnológia, megjelent a vezetékek nélküli kommunikáció, a II. világháborúban a radar és az első számítógépek.⁸ Többek között ezeknek az innovációs ötleteknek köszönheti az emberiség, hogy meghódította a levegőt, felfedezte vizeinek mélységeit, és mindezeket a 21. században már különleges autonóm eszközökkel⁹ is képes végrehajtani.

Földön – pilóta nélküli földi járművek¹⁰

Már az 1900-as évek legelején megjelentek a vezetéken keresztül irányított autók, a 20-as években pedig már rádióvezérléssel is képesek voltak irányítani autók, tényleg kerek szerkezeteket, ezek alapján rádióvezérlésű páncélozott harcjárművek fejlesztésébe kezdtek bele az Amerikai Egyesült Államokban¹¹ és a Szovjetunióban egyaránt. A már említett

⁵ NOVAK 2012.

⁶ DALY [é. n.].

⁷ NEIKIRK 2022.

⁸ Colossus, az első elektronikus számítógép, amelyet a németek által használt Lorenz-titkosítás feltörésére készítettek. The National Museum of Computing [é. n.].

⁹ TÓTH–VÉG 2022.

¹⁰ *Unmanned ground vehicle*, UGV.

¹¹ United States of America, USA.

nem túl sikeres Goliath projekt után a harcoló robot vagy automatizált, páncélozott, fegyverzettel ellátott önjáró technikák helyett inkább a harctámogató megoldások fejlesztése lett a prioritás. Különböző rádió-távírányítású utánpótlás- és/vagy sebesültszállító, felderítő, pilóta nélküli földi járműveket alkalmaztak, több-kevesebb sikerrel.

Ezek utódai az UGV talán legismertebb fajtái, a köznyelvben egyszerűen csak robotnak nevezett támogató technikai eszközök. Ezekkel találkozhatunk az iparban vagy az egészségügyben, ahogy egy előre beprogramozott útvonalon, előre megadott feladatokat látnak el, ezzel segítve és tehermentesítve az embereket.

És talán az ismertebb UGV-k közé sorolható a Magyar Honvédség 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezredénél (MH 1. TFE) rendszeresített két robot is, az ANDROS nehéz és a TELEXMAX könnyű tűzszerész felderítő robot. Mindkét eszköz irányítása lehetséges vezetékes és vezeték nélküli megoldással, azonban önálló tevékenységre nem képesek. Több, a robotok testén elhelyezett kamerán keresztül a robotoperátor távolról képes tűzszerész felderítést, adott esetben hatástalanítást is megoldani a segítségükkel. Az iraki konfliktus kezdetén az ezekhez hasonló eszközökből néhány száz darab volt hadrendbe állítva. Ebben az időben az amerikai erők elleni támadások fő módja az utak környékén elhelyezett improvizált robbanóeszközök¹² voltak. Ennek köszönhetően az addig csak a harcok befejezése után bevetett tűzszerész csapatoknak megnőtt a jelentősége, és egyben az egyik fő célponttá váltak. Ezt jól mutatta, hogy egy megölt tűzszerész katonáért több tízezer dolláros jutalom járt az elkövetőnek. Két éven belül a térségben bevetett tűzszerész felderítő robotok száma meghaladta a tízezret.¹³

A háttérben természetesen zajlottak a fejlesztések a harci UGV-k terén is, és 2024-ben Ukrajna területén megtörtént az első éles harci bevetése a Lyut 2.0 UGV-nek.¹⁴

Vízen – pilóta nélküli hajó¹⁵ vagy pilóta nélküli tengeralattjáró¹⁶

A hajó az emberiség egyik legrégebb óta használt járműve, mégis talán a legkevesebbet a pilóta nélküli járművek közül a vízi verziókról hallani. Pedig már az I. világháború idején megjelentek távirányítású motorcsónakok,¹⁷ azonban ugyanúgy nem voltak annyira sikeresek, mint a később megjelent, hasonló módon működő szárazföldi megfelelőjük (Goliath).¹⁸

A kísérletek és fejlesztések azonban nem álltak le, időjárás-figyelő, tengerfenék-felderítő távirányítású hajókkal több nemzet is foglalkozott. A 2000-es évekig főleg vízrajzi és környezeti felmérésekre, megfigyelésekre használták ezeket, mivel olcsóbb az előállításuk, mint a normál hajóknak, megbízhatóbb működésre képesek, mint az időjárási bóják. És nem utolsósorban távolról irányíthatók, bármikor átirányíthatók olyan helyszínekre, ahonnan mérési eredményekre van szükség.

¹² Improvised Explosive Devices, IED.

¹³ SINGER 2009.

¹⁴ HAMBLING 2024.

¹⁵ Unmanned Surface Vehicle, USV.

¹⁶ Unmanned Underwater Vehicle, UUV.

¹⁷ FL-boat (*Fernlenkboot*) távirányítású motorcsónak, robbanóanyaggal megpakolva.

¹⁸ Lásd: <https://nustem.bridgeport.edu/history-of-uuv>

Ezeket a képességeket a hadiipar is kamatoztatta, és belekezdett az autonóm harci vízi jármű megalkotásába. Többek között az USA legyártotta a tengeralattjárók elleni USV-t (Sea Hunter), Törökország a saját fejlesztésű fegyveres pilóta nélküli hajóját (ULAQ), az Oroszországi Föderáció pedig az akár 600 kg robbanóanyag szállítására képes öngyilkos robothajóját (Oduvanchik). A leginnovatívabb kétségkívül a 2022-ben Kína által nyilvánosságra hozott, repülni is képes tengeralattjáró drón volt.¹⁹

Levegőben – pilóta nélküli légi jármű²⁰ vagy pilóta nélküli légijármű-rendszer²¹

A legismertebb és az ukrajnai konfliktus kirobbanása óta a médiában is legtöbbet hallható és látható pilóta nélküli járművek a drónok. Legismertebb, mivel a kereskedelmi forgalomban kapható filléres, távirányítós helikopter ugyanúgy drónnak tekinthető, mint a világ egyik legnagyobbja, a katonai célokra fejlesztett RQ-4 Global Hawk²² vagy az űrkutatás támogatására épített Ravn X²³ pilóta nélküli légi jármű.²⁴

Ezeket a technikai eszközöket a 21. század elején kezdték el széles körben alkalmazni. Használják a mezőgazdaságban, mint például permetező vagy vadállomány-megfigyelő drónok; az építőiparban területfelmérések, 2D- vagy akár 3D-térképek készítésére, illetve építkezések dokumentálására; katasztrófavédelemben elemi károk utáni kutatásban, tüzesetek monitorozásában vagy akár oltások támogatásában; logisztikában csomagszállításra. És természetesen a katonai célú felhasználása is sokrétű, amely során a robbanótestek, aknák detektálása egy jelenleg is fejlődő terület.²⁵ Ez a lehetőség azonban bűnös célból is rendelkezésre áll, a Közel-Keleten számtalan példát láthatunk erre.²⁶ Használható felderítésre, utánpótlás-²⁷ vagy akár sebesültszállításra, szárazföldi egységek támogatására, célpontok megjelölésére és nem utolsósorban támadások végrehajtására akár öngyilkos, kamikazeeszközként is.

A repülés a középkortól foglalkoztatta az embereket, de a tudomány 1783-ban jutott el arra a szintre, hogy hőlégballonnal embereket tudtak szállítani. Kicsivel több mint 150 évvel később, 1939-ben már rádióvezérlésű pilóta nélküli légi járműveket használtak gyakorlatok során légi célpontnak. Akkor ez nagy sikernek számított, mivel addig repülővel vontatott célokra tudtak csak lőni, ami elsősorban nagy veszélyt jelentett a vontatójárműre, illetve annak személyzetére, másodsorban pedig csekély hasonlóságot mutatott a cél a valóságban fenyegetést jelentő eszközökkel.²⁸

Következett néhány nem túl sikeres évtized a drónok fejlesztése, illetve fejlődése szempontjából. A II. világháború alatt B-17 bombázó repülőket alakítottak át „drónokká”. A célok

¹⁹ FORSTER 2022.

²⁰ Unmanned Aerial Vehicle, UAV.

²¹ Unmanned Aerial System, UAS.

²² Nagy magasságban működő megfigyelő, katonai műveleteket támogató drón.

²³ Nagy magasságban műholdakat képes kijuttatni a világűrbe.

²⁴ The Biggest Drone in the World 2023.

²⁵ KOVÁCS–EMBER 2021; KOVÁCS–EMBER 2022; EMBER–KOVÁCS 2022.

²⁶ EMBER – SZILÁGYI–KISS 2021.

²⁷ DARUKA 2014.

²⁸ GUTTMANN 2017.

közelébe pilóták irányították el a robbanóanyaggal megrakodott repülőgépeket, majd automata pilóta vezette rá a célra azokat, miután a személyzet kiugrott a gépből. Az első kísérletek során két televíziós kamerát helyeztek el a bombázókon, az egyikkel a műszerfal, a másikkal pedig a repülési útvonal figyelésére. A nem nagy számban átalakított gépekkel végrehajtott bevetések közül egyik sem ért el komoly sikert, nagyon nagy volt az emberveszteség. A személyzet tagjai közül sokan haltak meg vagy estek fogságba a végrehajtott repülési feladatok után. A vietnámi háború során az USA felderítő szerepkörben alkalmazott drónokat, azonban nagy számban lőtték le azokat. Mivel emberáldozattal nem járt egyik sikertelen bevetés sem, látszólag nem tulajdonítottak ezeknek nagy jelentőséget, és mivel a pilóta nélküli rendszerek felhasználási módja minősített volt, sikerükről vagy sikertelenségükről kevés hír jutott el a nyilvánossághoz. Azonban Kína minden egyes lelőtt drónt győzelemként jelentetett meg a különböző sajtóorgánumokban.²⁹

A drónok fejlődésében egy újabb nagy áttörést jelentett, amikor 1982-ben Izrael drónokat³⁰ használt a szíriai légvédelem megzavarására, és gyakorlatilag veszteségek nélkül tudott átütő sikert elérni. Ez a siker vezetett ahhoz, hogy Izrael és az USA közösen kifejlesztette az RQ2 Pioneer felderítő UAV-t, amely alapjául szolgál a napjainkban is használt AeroVironment T-20 drónnak.³¹

Mesterséges intelligencia (MI) és etika

Az a remény, hogy a technológia csökkenti a háborús erőszakot, tiszteletreméltó. Azonban ha belegondolunk, minden korábbi haditechnikai fejlesztés – legyen az katapult, íj, lőpor, bombázógép, automata löveg – annak reményében készült, hogy egyre távolabb tudja helyezni a katonákat ellenségeiktől, és az elődökhöz képest hamarabb és kevesebb áldozattal lehessen harctéri sikereket elérni. Richard Gatling remélte, hogy új gyorstűzelő fegyvere csökkenteni fogja a háború vérontását; Alfred Nobel, hogy az általa feltalált robbanóanyagok elképzelhetlenné teszik a háborút.³²

„Az én gyáraim hamarabb fognak végetvetni a háborúnak, mint a békekonferenciák. Egy szép napon a két szemben levő hadsereg egyetlen pillanat alatt meg fogja semmisíteni egymást, mire a civilizált nemzetek valamennyien felhagynak a háborúval és feloszlátják hadseregeiket.”³³

De a pilóta nélküli rendszerek nemcsak nagyobb fizikai távolságot hoznak létre, hanem másfajta pszichológiai távolságot és egyfajta szétkapcsolódást is. A bombázópilóta nem a célpontja fölött lesz a megvívandó harc közben, hanem akár több ezer kilométerre onnan. Nem osztja meg ellenségeivel a veszélynek azokat a rövid perceit sem, amelyek kölcsönös kockázatot jelentenek számukra.

²⁹ DALEO 2023.

³⁰ Harckocsiról indítható SA6 kisméretű drónok, amelyek az amerikai Firebee megfelelői.

³¹ OTTAWAY 1982.

³² DARKÓCZY 1935; TÁGIL 1998.

³³ Alfred Nobel 1891-ben így kommentálta dinamitgyárait, DARKÓCZY 1935.

Egyes elemzők úgy vélik, hogy a harci robotok segíthetnek csökkenteni a vérontást, és talán erkölcsösebbé tehetik a háborút. A pilóta nélküli rendszerek bizonyos esetekben olcsóbbak, mint a hagyományos eszközök. De nem szabad elfelejteni, hogy nemcsak gyártási költségük van ezeknek a rendszereknek, hanem fejlesztési és kutatási is. Sok, jelenleg kiküszöbölésre váró problémát megoldanak, de bevetésükkel újabb, eddig még nem is ismerteket okoznak. Egyértelmű előnyük, hogy sokkal jobb érzékelőkkel és feldolgozási teljesítménnyel rendelkeznek, ami nagyobb precizitást biztosít, mint amit az emberek képesek lennének önállóan megoldani. Ezeknek köszönhetően csökkenhet az elkövetett hibák, valamint az ártatlan civil áldozatok száma is. A 2000-es évektől kezdve a robotok alkalmazása egyre inkább kapcsolódik a mesterséges intelligenciához, ami lehetőséget ad arra, hogy az automatizált rendszerek önálló döntéseket hozzanak, gyorsan és pontosan feldolgozzák az adatokat, és reagáljanak a harctéri helyzetekre. A MI-alapú rendszerek képesek célpontok azonosítására, követésére és megtámadására, képesek alkalmazkodni a harctéri környezethez, a rendelkezésre álló információkat szinte azonnal feldolgozzák és értékelik, majd az eredmények alapján új stratégiát dolgoznak ki. A pilóta nélküli rendszerek eltávolíthatják a mögöttük álló emberek haragját és érzelmeit. Egy távoli kezelő nem vesz részt közvetlenül a konfliktusban, nem hálnak meg körülötte a bajtársai, ezzel előidézve a dühöt, ami akár civilek meggyilkolásához vezethet. A statisztikák szerint a vietnámi háborúban minden elesettre jutott ötvenezer löszer. Az MI és a robotok, illetve a különböző rendszereket távolról irányító kezelők higgadtan és körültekintően tudják kiválasztani a célpontokat és akár egy lövéssel ártalmatlanná tenni azokat.³⁴

A másik oldalról megvizsgálva, a videójátékokban, a virtuális térben a felhasználók sokkal gátlástalanabb döntéseket hoznak, merészebb és erőszakosabb dolgokat tesznek, mint a való életben, hiszen nincs következmény és felelősségre vonás. Ezt alapul véve, a kezelők nem élik meg személyesen a háború borzalmait, így az elrettentő erő is csökkeni fog. Az ellenséget nem emberként látják a kijelzőkön, a gyilkolás sokkal könnyebbé és tehermentesebbé válik.

Az MI-alapú döntéshozatal számos kérdést vet fel. Vajon a gépek képesek helyes etikai döntéseket hozni? Figyelembe veszik az emberek életének védelmét, vagy csak az emberek által létrehozott algoritmusok alapján cselekednek?

2002-ben egy F-16-os többcélú vadászgép Afganisztánban anélkül, hogy engedélyt kapott volna, bombát dobott egy általa ellenségnek vélt célra. Kiderült, hogy szövetséges csapatok éjszakai gyakorlata zajlott.

Mi történne, ha egy pilóta nélküli rendszerrel hajtánának végre olyan küldetést, ahol téves célpontokat is támadás ér? Ki a felelős? A felelősség a programozót terheli, aki a szoftvert írta, amely téves célpontot azonosított? Vagy a pilóta nélküli rendszert alkalmazó raj, század parancsnokát, aki parancsot és engedélyt adott a harci cselekmény végrehajtására? Vagy kollektív bűnösség állapítható meg?

Annak biztosítására, hogy a felelősség megállapítása egyértelmű legyen, szabályozók, jogszabályok, katonai doktrínák bevezetésére van szükség a pilóta nélküli rendszerek tervezési, gyártási, tulajdonlási és használati láncolatába, egészen a tervezőtől és a gyártótól a harctéren műveletet elrendelő parancsnokon át a rendszereket távolról üzemeltető kezelőig. Az Egyesült

³⁴ FAZEKAS 2022; NÉMETH-VIRÁGH 2022.

Nemzetek Szervezetének (ENSZ) közgyűlése 2023-ban megszavazta azt a határozatot, amely az autonóm fegyverrendszereket a nemzetközi jog hatálya alá kívánja vonni, és 2026-ra jogilag kötelező érvényű szabályozást kíván létrehozni az autonóm fegyverekről.

Az elmúlt háborúk tapasztalatai alapján azonban elmondhatjuk, hogy sok esetben a hadszínterek biztosítottak kísérleti játszóteret az ipari fejlődésnek. A korszakalkotó ötletek vagy találmányok alkalmazása megelőzte a szabályozást vagy a jogi háttér kialakítását. A felelősségre vonás egyértelművé tétele elrettentő hatással lehet a rendszerek használóira, amennyiben az nem csak utólag alakul ki.

Összegzés

A robotok szerepe a hadviselésben várhatóan tovább fog nőni. Az önállóan működő robotok, az autonóm harci rendszerek és a mesterséges intelligenciával irányított eszközök alapjaiban változtathatják meg a hadviselés jövőjét. Az önálló robotok és a robotizált rendszerek gyorsan fejlődnek, és a jövőben kulcsszerepet játszhatnak a világban kialakuló katonai konfliktusokban. Ezeknek a rendszereknek az alkalmazása felveti az etikai kérdéseket, a nemzetközi jogi kihívásokat, mivel a hagyományos háborús szabályok nem mindig alkalmazhatók az új technológiákra, átalakítják a hagyományos hadviselést, és új típusú konfliktusokhoz vezethetnek.

A most ismert rendszerek még csak a kezdet. A robotok megjelenése hosszú fejlődési folyamat eredménye, amely az ipari forradalomnak, a technológiai újításoknak és a katonai stratégiák megváltozásának köszönhető. Használatuk a logisztikai és hírszerzési műveletekben is kulcsszerepet játszik. Az emberiség eljutott ahhoz a kapuhoz, amelyen túl a háborúban a gépek nem főszereplők, hanem egyedüli szereplőkké válhatnak. A technológia fejlődése és a mesterséges intelligencia megjelenése és alkalmazása számos előnnyel jár, ugyanakkor új kihívásokat is jelent. Amint azt láttuk, a robotok, önjáró harcjárművek, drónok fejlesztésének és alkalmazásának egyik fő mozgatórugója az, hogy az emberáldozatokat csökkenteni lehessen a különböző hadszíntereken.

A kitűzött kutatási céljaimat sikerült elérnem, és részletesen áttekintettem a robotok, pilóta nélküli eszközök megjelenését a harci cselekmények során. Jelenleg még rengeteg nyitott kérdés van a vizsgált területen. Ezek közül kiemelkedőnek tartom az eszközök jogszerű alkalmazását mint jelentős kihívást.

És ahogy a Ford T-modell berobbant a köztudatba – az első évben mindössze 239 autót adtak el, egy évtizeddel később pedig több mint egymilliót –, az autonóm rendszerek, robotok és drónok iránti kereslet is rohamosan nő. Hamarabb használjuk az új rendszereket, mintsem szabályoznánk azok használatát. Tehát amikor elkezdünk megbirkózni az eddig még nem ismert jogi és etikai problémákkal, tanulságos lehet a múlt generációjának bölcsessége, amely egy forradalmi és félelmetes új technológiával (ebben az esetben az atomfegyverekkel) küzdött. Ahogy John F. Kennedy mondta beiktatási beszédében: „Soha ne tárgyaljunk félelemből, de soha ne féljünk tárgyalni.”³⁵

³⁵ SINGER 2009.

Felhasznált irodalom

- CLAUSEWITZ, Carl von (2013): *A háborúról*. Ford. Szabó Júlia. Budapest: Zrínyi.
- DALY, David [é. n.]: *A Not-So-Short History of Unmanned Aerial Vehicles (UAV)*. Online: <https://consortiq.com/uas-resources/short-history-unmanned-aerial-vehicles-uavs>
- DALEO, Jack (2023): How Were Drones Used During WWI and WWII? *Flying Magazine*, 2023. június 6. Online: <https://www.flyingmag.com/how-were-drones-used-during-wwi-and-wwii/>
- DARKÓCZY Béla (1935): A halál kalmárai, akik minden háborun csak nyerne. *Reggeli Újság*, 1935. február 10. 23. Online: https://epa.oszk.hu/05300/05348/01568/pdf/EPA05348_reggeli_uj-sag_1935_035.pdf
- DARUKA Norbert (2014): Oktokopter. A légi szállítás modernizációja, vagy a robbanószerkezetek célba juttatásának újabb lehetősége. *Repüléstudományi Közlemények*, 26(2), 247–256. Online: https://epa.oszk.hu/02600/02694/00065/pdf/EPA02694_rtk_2014_2_247-256.pdf
- EMBER István – KOVÁCS Zoltán (2022): Mini drónok lehetséges alkalmazása tűzszerésműveletekben. *Haditechnika*, 56(2), 16–23. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.56.2.04>
- EMBER István – SZILÁGYI-KISS Hajnalka (2021): Drónok a Közel-Keleten. *Műszaki Katonai Közlöny*, 31(1), 51–60. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2021.1.4>
- FAZEKAS, Ferenc (2022): Application of Artificial Intelligence in Military Operations Planning. *AARMS – Academic and Applied Research in Military and Public Management Science*, 21(2), 41–54. Online: <https://doi.org/10.32565/aarms.2022.2.3>
- FORGÁCS Balázs (2020): *Gerillák, partizánok, felkelők. Az irreguláris hadviselés elméletének története – korunk kihívásai*. Budapest: Zrínyi.
- FORSTER, Ed (2022): China Releases Footage of 'Flying Submarines' Designed as Asymmetrical Offense Against Surface Vessels. *HNGN*, 2022. november 17. Online: <https://www.hngn.com/articles/245401/20221117/china-releases-footage-flying-submarines-designed-asymmetrical-offense-against-surface.htm>
- GUTTMAN, Robert (2017): Hollywood and Drones: The Forgotten Connection. *Historynet*, 2017. június 23. Online: <https://www.historynet.com/drones-hollywood-connection/?f>
- HAMBLING, David (2024): Robot Leads Assault On Russian Position Through Minefield And Rockets. *Forbes*, 2024. szeptember 20. Online: <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2024/09/20/ukrainian-robot-attacks-russian-position-through-minefield-and-rockets/>
- HOLECZ József (2018): A hibrid hadviselés vizsgálata a stratégiai tanulmányok szemszögéből. *Sereg-szemle*, 16(2), 43–56. Online: https://honvedelem.hu/files/files/115177/seregsszemle_2018_2.pdf
- KOVÁCS Zoltán – ÉMBER István (2021): Aknafelderítés légi eszközökkel. *Műszaki Katonai Közlöny*, 31(4), 5–20. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2021.4.1>
- KOVÁCS, Zoltán – ÉMBER, István (2022): Landmine Detection with Drones. *Revista Academiei Fortelor Terestre*, 27(1), 84–92. Online: <https://doi.org/10.2478/raft-2022-0012>
- NEIKIRK, Todd (2022): The Germans Had High Hopes for the Goliath Tracked Mine. *War History Online*, 2022. június 6. Online: <https://www.warhistoryonline.com/weapons/goliath-tracked-mine.html>
- NÉMETH András – VIRÁGH Krisztián (2022): Mesterséges intelligencia és haderő – A mesterséges intelligencia fejlődéstörténete I. rész. *Haditechnika*, 56(1), 17–22. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.56.1.03>
- NOVAK, Matt (2012): Robot History: The Rise of the Drone. *BBC*, 2012. április 4. Online: <https://www.bbc.com/future/article/20120403-robots-go-to-war>
- OTTAWAY, David B. (1982): War and Missiles. *The Washington Post*, 1982. június 13. Online: <https://www.washingtonpost.com/archive/politics/1982/06/14/war-and-missiles/12b4abf6-9aa5-44a2-990f-33d08a99dcf4/>
- SHOWALTER, Dennis E. – ROYDE-SMITH, John Graham [é. n.]: *Killed, Wounded, and Missing*. Online: <https://www.britannica.com/event/World-War-I/Killed-wounded-and-missing>

- SINGER, Peter W. (2009): Military Robots and the Laws of War. *Brookings*, 2009. február 11. Online: <https://www.brookings.edu/articles/military-robots-and-the-laws-of-war/>
- TÄGIL, Sven (1998): Alfred Nobel's Thoughts About War and Peace. *The Nobel Prize*, 1998. november 20. Online: <https://www.nobelprize.org/alfred-nobel/alfred-nobels-thoughts-about-war-and-peace/>
- The Biggest Drone in the World. *Discovery*, 2023. január 27. Online: <https://www.discoveryuk.com/building-big/the-biggest-drone-in-the-world/>
- The National Museum Of Computing [é. n.]: *Colossus*. Online: <https://www.tnmoc.org/colossus>
- TOMOLYA János – PADÁNYI József (2012): A terrorizmus jelentette kihívások. *Hadtudomány*, 22(3–4), 34–67. Online: <https://ojs.mtak.hu/index.php/hadtudomany/article/view/6239/4886>
- TÓTH József Lukács – VÉG Róbert László (2022): Autonóm terepjáró eszközök. *Műszaki Katonai Közlöny*, 32(2), 107–116. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2022.2.8>

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, botlódórós 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 fállya 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.

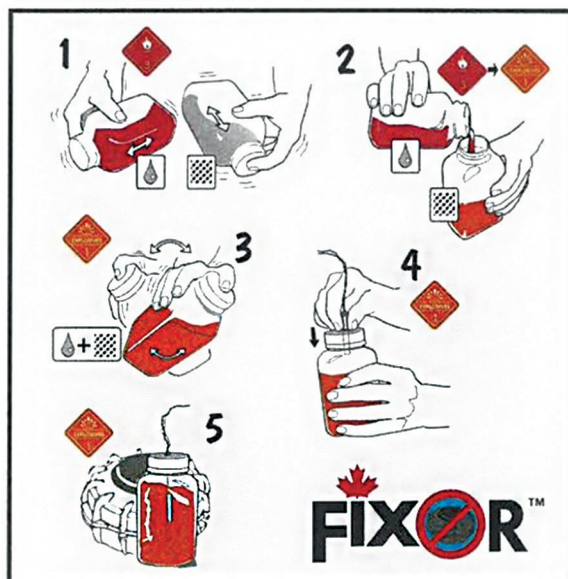
A következőkben a kanadai MREL Specialty Explosive Products Limited által, 1998-ban fejlesztett eszközt, a FIXOR-t mutatom be, amely két prekursor¹¹ elegyítésével összeállítható robbanóanyagot tartalmaz: egy gyúlékony folyékony anyagot (FIXOR Liquid, U.N. 2842, NSN 1375-21-920-4587), valamint egy teljesen 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 aknák, illetve vékony acélházas vagy műanyag testű harckocsi elleni aknák 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 hatékornak 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 bélés-kúppal rendelkezik (3. ábra). Használható szárazföldön és víz alatt, 80 m-ig.

A gyártó szerint a réz bélés-kúppal 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 bélés-kúp 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 bélés-kúp, 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 bélés-kúppal 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

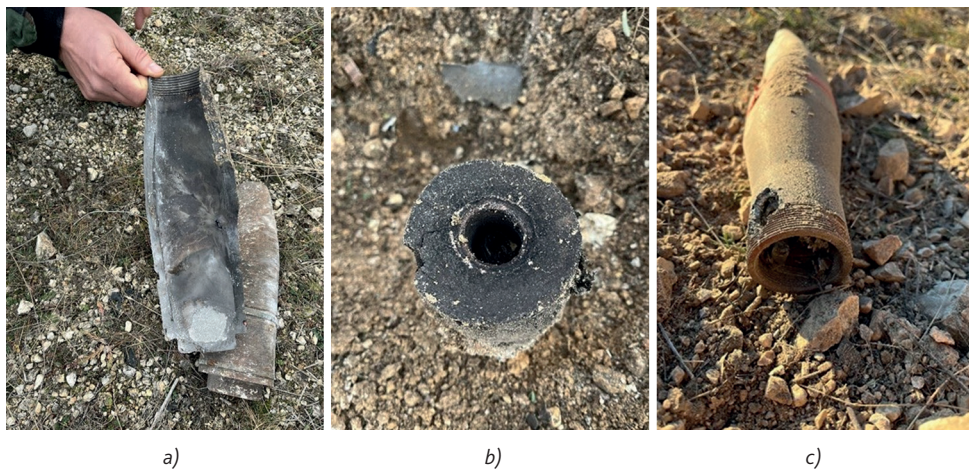
Forrás: a szerző felvétele

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

Kelemen Ferenc¹ 

Oktatási és szemléltető eszközök fejlődése a II. világháborút követő évektől napjainkig

Development of Training Devices and Equipment Since the End of World War II to Nowadays

Mint ma is aktív tűzszerész járőrparancsnok mindig is fontosnak tartottam a tűzszerészek elméleti és gyakorlati képzését. Ezek nélkül terepen vagy akár a főváros egyik belső kerületében sem lehet szakszerű és biztonságos tűzszerésmunkát végezni. A járőrparancsnoki státuszban lévő mester és az I. osztályú tűzszerész katonák évekig készülnek ennek a munkának az elvégzésére. A felkészülésük több hónapos elméleti képzéssel, majd többéves elméleti ismeretbővítő és gyakorlati oktatással folytatódik. Egy mindenre felkészült tűzszerész magabiztosan tájékozódik és dönt a lőszeres világában.

Kulcsszavak: tűzszerész, kiképzés, aknakutató, oktatási anyag

From my perspective proper training is crucial for carrying out bomb disposal tasks. Without training it cannot be safe. Well trained EOD² masters and team leaders learn blasting technics, EOD procedures and ammunition types for more than 8 years. Hungarian EOD team leaders (technicians) are confidently informed in the world of explosives or ammunitions. After the Second World War, Hungary needed the well trained soldiers of Royal Hungarian Army. Mine clearing in Hungary was a huge task for everyone.

Keywords: EOD, well trained, mine clearing, explosive ordnance

¹ Mestertűzszerész, robbantástechnikai szakmérnök, e-mail: kf977@freemail.hu

² Explosive ordnance disposal, jelentése: tűzszerész.

Bevezető

A digitális és okoseszközök bevezetése előtt a tüzserész katonák kiképzése, oktatása és a képességeik szinten tartása igen egyszerű eszközökkel történt. Közvetlenül a II. világháború után a képzések túlnyomó részét olyan oktatások alkották, mint például az erődítés-tanfolyam, a politikai oktatás, illetve némi robbantás. A politikai oktatásra nagy hangsúlyt fektettek a háború utáni „demokratikus hadseregben”. A robbanótest-ismeretek oktatására intézkedést nem hoztak, központi kiképzés nem volt. Az akkori tudás bázisát a volt királyi honvédségben szolgált tüzér műmesterek, illetve repülőszertári alkalmazottak biztosították.³ Az oktatás írógépen írt segédletek kiadásán keresztül valósult meg.

A tüzserész szakkiképzés fejlődése

A Légtalpai Műszaki Zászlóalj alá tartozó bővített tüzserésszázad 1951-től kezdve vett részt Magyarország lőszermentesítésében. A század 3 hónapos kiképzése robbantás és robbanóanyagok foglalkozással kezdődött. Ezt követték a gyakorlati robbantási feladatok, a műszaki robbantások kivitelezése. Ezek után került sor a lőszerismeretre, amely a légbombákkal kezdődött és a kézigránatokkal fejeződött be.⁴ Az 1950-es években az akkori tüzserészek és az aknamentesítő járőrök képzettebb tagjai minden feladat végrehajtása előtt tartottak felkészítéseket, de ezek főleg az aknákra és az aknaszedésre összpontosultak. Néhány ritka esetben azonban egyes katonák rajzokat is készítettek az általuk megtalált robbanótestekről és gyújtószerkezeitekről. Ezeket a kézzel készített rajzokat adták át egymásnak, ezekből tanultak és készültek fel az aknamentesítés mellett az egyéb robbanótestek megismerésére. Az egyik ilyen ismert – ha nem a legismertebb – rajzos oktatóanyagot Hajdu Ráfis János készítette, aki 1951 és 1953 között a BM Műszaki Zászlóaljnál szolgált tüzserészként. A „kockás füzetbe” rajzolt *Tüzserész ismeretek* nemcsak az aknákat mutatja be, hanem tüzérségi gránátok, légbombák, kézigránatok, gyújtószerkezetek felépítését is tartalmazza.⁵ Műszerismeretre is szükségük volt, ugyanis fémkereső műszerből több fajtával is rendelkeztek. Az aknamentesítést az országban fellelhető német és a szovjet Vörös Hadsereg által átadott fémkereső műszerekkel kezdték meg. Még 1945-ben a SzEB⁶ 20 darab fémkereső műszert adott át aknamentesítési célokra.⁷ Az aknamentesítés legfőbb eszköze azonban a szűrőbot maradt.

1970 előtt az aknakutatásra kijelölt sorkatonák kiképzése az Aknakutató-Tüzserész Alosztálynál történt. Az I. időszakos katonák 6 hónap kiképzés után aknakutató vizsgát tettek, majd éles területmentesítési feladatokat láttak el. 8 hónap után az aknakutató képzettségű sorkatonák tüzserész kiképzést kaptak, amit 4 hónap terepen eltöltött idő követett. Az 1960-as

³ BUCSÁK et al. 2015: 20.

⁴ HAJDU RÁFIS – PAP 2006: 74–76.

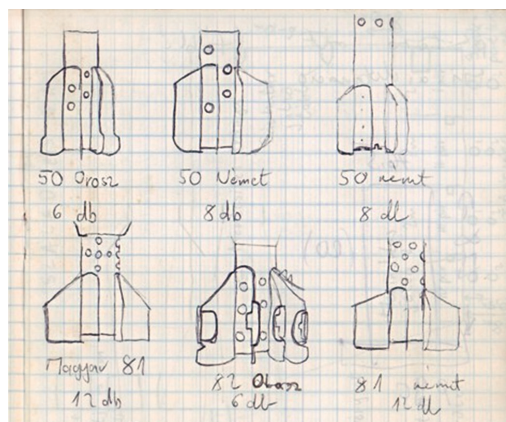
⁵ HAJDU RÁFIS – PAP 2006.

⁶ Szövetséges Ellenőrző Bizottság.

⁷ BUCSÁK et al. 2015: 22.

évek végén jelent meg a *Tankönyv az aknavető-tűzszerész alegységek kiképzéséhez* című szabályzat, amely a megfelelő ismeretanyagon túl a kiképzésről is szólt. Ekkoriban jelent meg a vezető tűzszerész elnevezésű beosztás. A beosztást betöltő magasan képzett, tapasztalt főtiszt feladata volt a tűzszerész feladatok irányítása, új módszerek kidolgozása és a kiképzés irányítása. Ezt a beosztást először Dolánszky Ottó őrnagy töltötte be.⁸

Az 1990-es évek végéig a tudás és az információ átadása fali tábla, falra akasztható tablók segítségével történt. A kiképző feladatokat is ellátó (akkoriban még nem volt önálló kiképző részleg), képzettebb tűzszerészek, járőrparancsnokok az akkori szabályzatokból és saját tapasztalataik felhasználásával tartottak oktatásokat. Ezt úgy kell elképzelni, hogy a napirendben is betervezett foglalkozások idejére a kiképzendő állomány egy éppen akkor üres teremben (nem volt kiképzési helyiség sem) helyet foglalt, elővette a füzetét és a tollát, és várta az oktatót. Az oktató sokszor üres kézzel jelent meg. A megfelelő oktatási anyagok száma igen kevés volt, szabályzat nem mindenkinek jutott, azok is a századparancsnoki irodában voltak iratszekrényben elzárva. Az oktató mindenekelőtt ismertette az aznapi témát, majd elkezdett mesélni: „A tűzéségi gránátok egyik csoportja az úgynevezett betonromboló gránátok. Ezek vastag gránáttesttel, viszonylag sok robbanóanyaggal és minden esetben fenékgyújtó szerkezetekkel vannak felszerelve.” Ezután felpattant, és a táblánál folytatta: „Magyarországon két ilyen gránátot lehet találni, három különböző űrméretben. Van a német 15 cm-es és a két szovjet, a 152-es és a 203-as.” A gránátok közti különbségeket eközben fejből felrajzolta. Természetesen az elhangzottakat és a táblára kerülő rajzokat mindenki rögzítette a füzetében (1. ábra). A kézzel felrajzolt hevenyészett metszeti rajzokat mindenki megértette, ugyanis akkoriban csak műszaki végzettséggel lehetett a tűzszerészekhez bekerülni szerződéses és hivatásos katonaként egyaránt. Ez a kézzel írkálós-rajzolgatós módszer napjaink fiataljai számára ókorinak tűnhet.



1. ábra: 50, 81 és 82 mm-es aknavető gránátok stabilizátorait ábrázoló rajzok 1998-ból
Forrás: a szerző felvétele

⁸ Bucsák et al. 2015: 69–70.

A honvédség által kiadott műanyag fali tablók amúgy is használhatatlanok voltak. Az *Idegen hadseregek aknáit* című tablókon látható ábrák alapján az ellenséges aknákat nem lehetett felismerni. Csak a tablóra hivatkozva amúgy sem lehetett az aknák felszámolására és megsemmisítésére felkészülni. Hivatalos külföldi kapcsolatok hiányában nem jutottunk hiteles információkhoz. Egyes kollégák azonban rendelkeztek forrásokkal, amelyeket saját pénzükből finanszírozva eljuttattak az alakulatunkhoz.

A kiképzést akkor a következő eszközök segítették:

1. Különböző szabályzatok

Ezek többsége az 1950-es, 1970-es években készült:

- *Robbantási segédlet*. Budapest: Honvédelmi Minisztérium kiadványa, 1950.
- *Tűzszerész zsebkönyv, ideiglenes segédlet*. Budapest: Honvédelmi Minisztérium kiadványa, 1951.
- *Tűzészeti lőszer, segédlet*. Budapest: Honvédelmi Minisztérium kiadása, 1951.
- *Légoltalmi Tűzszerész Szolgálat*. Budapest: Belügyminisztérium kiadása, 1953.
- *Robbantási utasítás*. Budapest: Honvédelmi Minisztérium kiadványa, 1971.
- *Tankönyv az aknakutató-tűzszerész alegységek kiképzéséhez*. Budapest: Magyar Nép-hadsereg Kiképzési Főcsoportfőnökség kiadása, 1984.

Az ezekben található lőszeranyag lefedte az akkori vizsga követelményeit, de nem volt összhangban az ország területén előkerült robbanótestekkel. Az oktatás részét képezte a PIAT⁹ nevű angol páncélelhárító gránát is, amelyből 50 év alatt csupán 1 db került elő Magyarországon. A szabályzatokból is kevés volt, csak a századparancsnokoknak és a járőrparancsnokoknak jutott egy-egy viseltes példány. Az akkori előírásoknak megfelelően a szabályzatokat zárható, vas iratszekrényben kellett tárolni, még akkor is, ha azok nem voltak titkos minősítésűek. Ezért például egy II. osztályú tűzszerészvizsgálóval rendelkező őrmester sem tudott a szabadidejében jegyzetelni, tanulni.

2. Hatástalan, üres gránáttestek (tűzészeti gránátok, aknavető gránátok, légibombák stb.)

Ezek a gránáttestek rozsdásan, hiányosan kerültek az alakulathoz. A javításukhoz sem személyzet, sem szerszám nem állt rendelkezésre elegendő mennyiségben. Az állaguk megóvása érdekében csak zöld festékréteget kaptak. Ezeknek a gránáttesteknek a száma nem haladta meg a 200–300 darabot, ez az akkoriban előkerült robbanótesttípusoknak csak a töredéke volt.

⁹ Projector, Infantry Anti-Tank, angol II. világháborús, kézi páncéltörő gránátvető.

3. Kutyás blokk

Ez a régi laktanyánk, a Külső Váci úti flottillás laktanya őrkutyáinak a lakhelye volt. A kutyás objektumőrzés megszűntével a tüzserészekhez kerültek a kutyakennelek és a kutyaetető helyiség. Itt, a régi kültéri kennelek betonalapzatán kaptak helyet a fentebb említett gránáttestek. A kutyás blokk átalakítását oktatásianyag-készítő műhellyé Kiss Róbert főhadnagy¹⁰ kezdte el pár lelkes járőrparancsnokkal együtt.

4. Barakk

A Honvéd Folyami Flottilla ruharaktárának az egyik felét kaptuk meg. Ez egy fából készített épület volt betonpalazzal, innen ered a neve is. Ez az épület akkoriban is korszerűtlennek számított. Fűtés ugyan volt benne, de szerkezete és a kiszáradt fa nyílászárók miatt gyakran beázott. Több kis méretű helyiségre volt felosztva, így kiképzésre nem volt alkalmas. Ezek a kis helyiségek fémvázaz, úgynevezett salgópolcokkal voltak berendezve (2. ábra). Ezekre a polcokra kerültek a hatástalanított robbanótestek.

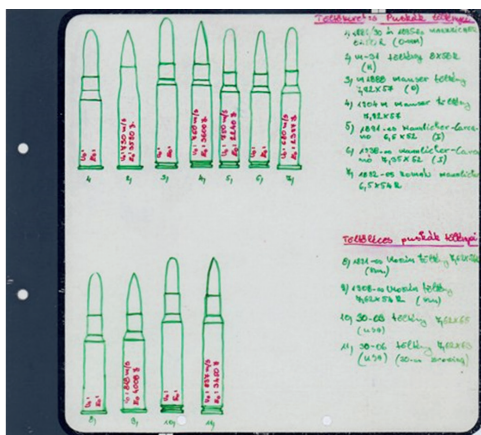


2. ábra: A régi Barakk „salgópolcain” elhelyezett II. világháborús aknák 1998-ban
Forrás: a szerző felvétele

5. Írásvetítő

Az írásvetítő a hozzátartozó átlátszó fóliára rajzolt képeket vetítette ki a falra. A fóliákra a rajzok kézzel kerültek (3. ábra). Voltak saját kezű rajzok, és olyanok is, amelyeket a fólia alá helyezett eredeti rajzról másoltak át. Minden témának megvoltak a saját fóliái. Ez azt jelenti, hogy több száz fóliát kellett megrajzolni úgy, hogy abból tanulni is lehessen. Ma már elképzelhetetlen az, hogy egy átlátszó műanyag fóliát fektetünk egy papírlapra, majd az azon lévő rajzot különböző színű filctollak segítségével átrajzoljuk a fóliára. Az így kapott rajzot egy vetítő segítségével a falra vetítjük, és onnan megpróbáljuk a füzetünkbe lerajzolni. Ma ez hihetetlennek tűnhet, de a 2000-es évek elején még nem volt projektora az alakulatnak!

¹⁰ Kiss Róbert József posztumusz alezredes (1968–2006).

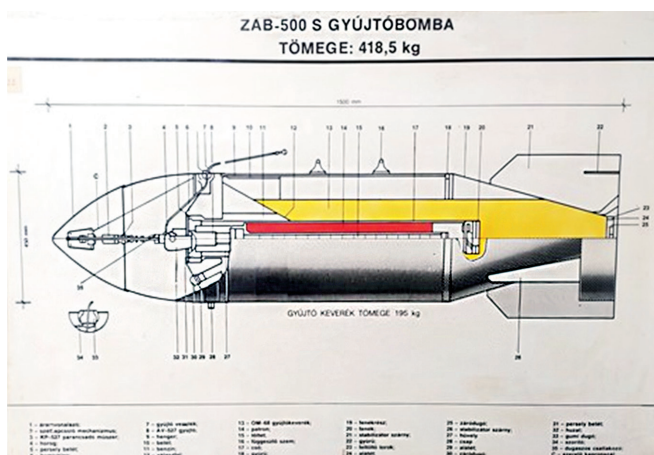


3. ábra: Gyalogsági lőszereket ábrázoló, kézzel rajzolt írásvetítő fólia 2000 környékén

Forrás: a szerző felvétele

6. Tablók

A legtöbb tablónak semmi hasznát nem vettük. Az idegen hadseregek aknáit bemutató tablókön nem lehetett felismerni az eszközöket, és azok hibásak voltak. Valószínűleg a készítők soha életükben nem láttak még aknát. Léteztek azonban jó és használható tablók is. Ezen főleg bombák, rakéták és gyújtószerkezetek voltak láthatók (4. ábra). Saját készítésű tablók is rendelkezésre álltak. Ezek nagyrészt az elérhető szabályzatok kivonatos másai voltak. Az alakulatnak van néhány eredeti, kézzel rajzolt tablója is, amelyeket valószínűleg sorkatonákkal rajzoltattak meg.



4. ábra: Az 500 kg-os ZAB-500 S gyújtóbombát ábrázoló tabló ma is megtalálható alakulatunk egyik épületének a falán

Forrás: a szerző felvétele

Az 1990-es években nem volt önálló kiképzési részleg sem. Az akkori Felderítő és Kiképzési Főnökség fő feladata az ország területén előkerült robbanótestekkel kapcsolatos mentesítés irányítása volt. Az 5 főből álló főnökség (1 tiszt, 3 altiszt és 1 sorkatona) foglalkozott a bejelentésekkel, a napos és a hetes tűzserész járőrök útnak indításával, mindamellett, hogy az országos tűzserész ügyelet is alájuk tartozott. Ennek a főnökségnek a vezetését vette át 1995-ben Kiss Róbert főhadnagy Németh Pál századostól. A főnökség gépjárműigényét GAZ–66 és URAL–4320 tehergépjárművek elégítették ki.

A kiképzés fejlődésére nagy hatással volt Kiss Róbert, aki beosztása, rendfokozata és karizmatikus személyisége révén jó irányba tudta terelni a kiképzési anyagok fejlesztését. Ő volt az, aki elkezdte szisztematikusan gyűjteni azokat az üres gránáttesteket, gyújtószerkezet-alkatrészeket, amelyek az alakulatnál még nem álltak a kiképzés rendelkezésére. Kiss Robi – ahogy a bajtársai nevezték – saját pénzén vásárolt minőségi szerszámokat, amelyekkel az addig ismeretlen robbanótest-alkatrészekből oktatásra alkalmas metszeteket készített. Munkáját többen is segítették, így lassan, de érzékelhetően nőtt az oktatási segédeszközök száma. Amikor csak tehetjük, néha még munkaidő után is, mentünk és drótkéféztük a gránátokat, savaztuk a rézhüvelyeket, vagy festettük a már megtisztított gránátokat.

A tűzserészek kiképzésében az első technikai áttörés az asztali számítógépek megjelenése volt. Ez 1 darab Pentium 2-es gépet jelentett a Barakkban. A nyomtató, a kézi szkennер, az internet továbbra is csak álom volt. Ez a számítógép elsősorban a kiképzési tervek elkészítéséhez nyújtott segítséget, akkoriban is az volt a prioritás. A kor honvédségére jellemző volt, hogy többen rendelkezünk otthon számítógéppel, nyomtatóval, sőt digitális fényképezőgéppel, mint az alakulatunk. Ha valamit el akartunk érni, haza kellett vinni a munkát.

A kiképzés fejlesztéséhez elengedhetetlenné váltak a szemléltető eszközök, azaz üres gránáttestek, hatástalanított kézigránátok, kiégett bombatestek. Erre a célra a kutyás blokk etetőanyag-keverő helyiségét szemelték ki. Ide satu, satupad és különböző szerszámok kerültek. A beérkező üres robbanótestek „restaurálása” elkezdődött, az oktatásra is alkalmas szemléltető eszközök száma növekedésnek indult. Ehhez szemléletváltásra is szükség volt. Parancsnoki engedéllyel egyre több jó állapotú üres gránáttest került a Barakkba. Folyamatos volt a fejlődés, tantermet és két kisebb bemutatótermet is sikerült kialakítani. A tanteremben voltak kiállítva az aknák, a két kisebb teremben pedig a tűzérési és aknavető gránátok, a puskagránátok és a kézigránátok.

Az oktatási anyagok készítéséhez elengedhetetlen információkat levéltári kutatásokkal egészítettük ki. Ebben nagy szerepe volt Csontos Jánosnak,¹¹ Szolyka Péternek, Hatala Andrásnak és Kelemen Ferencnek. A levéltárakban, irattárakban és könyvtárakban fellelhető adatokat, ábrákat saját pénzből fizetve, fénymásolatok formájában hoztuk át az alakulathoz. A 10 Ft/lap költségű fénymásolatokból több ezer oldalnyi információ jutott el így a tűzserészekhez. Támogatást, szabadidőt vagy juttatást ezért nem kaptunk, erre nem volt költségvetési keret. A fénymásolatok száma folyamatosan emelkedett. Ezeket iratrendező mappákba gyűjtöttük és a Barakkban tároltuk. Egy részük a mai napig rendelkezésre áll, és aktívan alkalmazzák őket a felkészítés során.

¹¹ Csontos János posztumusz hadnagy (1974–2000).

A mappák segítségével új kiképzési tematikákat lehetett összeállítani. A nemzetközi szerepvállalásunk miatt az aknákat tartalmazó mappa nagyon népszerűvé vált. Ez a gyűjtemény a balkáni aknamezítésnek köszönhetően folyamatosan bővült, így naprakész információkkal rendelkezünk az ottani aknahelyzetről. Ekkoriban kezdődtek a misszióspecifikus felkészítések: akna-anyagismeret, területátvizsgálás, aknamezőre utaló jelek felismerése, tevékenység aknarobbanás esetén. A Balkánról hazakerült tablók és szakanyagok a mai napig segítik a tűzszerészek ilyen irányú kiképzését.

A 2000-es évek elejére nyilvánvalóvá vált, hogy a füzetbe jegyzetelés módszer elavult, a régi szabályzatok érvényüket veszítették, a honvédség fejlődésével újabb hadianyagok jelentek meg a rendszerben, és a külföldi hadseregek aktivitása a lőtereinken is felgyorsult. Egy új tankönyvre volt szükség. Ezt a feladatot Hatala András és Kelemen Ferenc szakaszvezetők vállalták magukra. 2002-ben született meg a *Tankönyv a tűzszerész alegységek felkészüléséhez az osztályba soroló vizsgákhoz* című mű. Ez a tankönyv szabadidejünkben és saját pénzükön készült. A könyv két kiadást ért meg, és az akkori III. osztályú vizsgához nyújtott segítséget. A könyv külön érdekessége, hogy olyan metszeti rajzokat is tartalmaz, amelyeket a szerzők készítettek. Ez az első olyan írott szakanyag, amelyben egyes gyújtószerkezetek működése már magyar nyelven is elérhető.

A tűzszerészkiképzés információéhségét csak az internet tudta csillapítani. A laktanyán belül nem volt internet-hozzáférés, de a kollégák otthonról igen sok rajzot, adatot szolgáltatottak a kiképzők és a fejlődni vágyók részére. Hozzáteszem, kiépített vezeték nélküli hálózat vagy elérhető internet a tűzszerészkiképzés számára ma, 2025-ben sincs.

Időközben kialakult a kutyás képességünk. A missziós feladatokhoz elengedhetetlen robbanóanyag-detektálás egyik legjobb módszere napjainkban is a robbanóanyag-kereső kutya alkalmazása. A kutyák szakképzése kezdetben Dunakeszin történt, majd a kiképzőink segítségével ez a laktanyában folytatódott és folyik ma is.

A közel-keleti missziók hatására a rögtönzött robbanótestek elleni tevékenységünk (C-IED)¹² is fokozódott. Érkeztek a külföldi szakanyagok, amelyeket folyamatosan építettünk be a kiképzési tematikánkba. Az afganisztáni misszióra például egy misszióspecifikus lőszeranyaggal készültünk, amelyet digitális formában juttattunk ki a tűzszerészeinkhez. Megtanultuk, mi az az IED,¹³ tudunk checkpointot¹⁴ üzemeltetni és konvojt biztosítani. A kint szolgálatot teljesítő tűzszerészeink különböző, külföldiek által szervezett tanfolyamokon bizonyítottak. A megszerzett tudást folyamatosan építettük be a kiképzésbe. A missziós kihívásokra válaszul a laktanya 4. számú épületében létrehoztunk egy IED-tantermet, ahol az érdeklődő találhat iraki aknát, afgán vagy afrikai robbanómellényt is. Ez a terem is naprakész: van már több, különböző drónról alkalmazható szerkezetünk és öngyilkos drón harcirészünk, amelyek segítségével a szomszédunkban zajló konfliktusra is fel tudunk készülni. Természetesen egyetlen kiképzés során alkalmazott makettünk, eszközünk sem tartalmaz robbanóanyagot vagy pirotechnikai anyagot.

¹² Counter-improvised explosive device, rögtönzött robbanóeszközök elleni tevékenység.

¹³ Improvised explosive device, rögtönzött robbanóeszköz.

¹⁴ Ellenőrző-áteresztő pont.

A fejlődés mérőszáma

A fejlődés kézzelfogható és megkérdőjelezhetetlen bizonyítékai a következők:

- Az egykori Külső Váci úti laktanyában kialakított kutyás blokk és a Barakk helyett napjainkban egy kiképző tanterem és egy improvizált robbanószerkezetekre fókuszáló tanterem áll a rendelkezésünkre. A tűzszerész kiképzőknek ezek mellett külön irodájuk is van.
- Szűrőbot helyett modern aknakereső műszereket használunk. A műszerek széles választékát alkalmazzuk a kis kézi fémdetektoroktól az állványos, többszondás műszerekig bezárólag.
- Az írásvetítőt felváltotta a projektor, amely akár vezetékek nélküli módon is használható.
- A kockás füzetet tabletre, okostelefonra cseréltük, amelyeken a tananyag digitális formátumban érkezik. Az órai anyag kivetített előadásai animációkat és videókat is tartalmaznak.
- Az 1950-es szabályzatokat naprakész digitális kiadványokkal helyettesítjük. Ezek feltöltése folyamatos, a bennük lévő tartalmak lekövetik napjaink háborúit (Száhel-övezet, Ukrajna) és a Magyar Honvédségben rendszeresített lőszerkeket, rakétákat, gránátokat.
- A GAZ- és URAL-platót ma gépjárművek széles választéka helyettesíti. Egy terepen végrehajtott kiképzési foglalkozásra már egyszerre 20–40 főt is ki tudunk juttatni kényelmesen és biztonságosan.
- Megjelent a mérnöki gondolkodás, a képzettség szintje folyamatosan emelkedik. Az alakulatunknál egyre több mérnök, szakmérnök dolgozik, de a humán beállítottságú egyetemi végzettséggel rendelkezők száma is nő. A tűzszerész szakma tökéletesítéséhez elengedhetetlen szakmák is megjelentek. Számos robbantástechnikai szakmérnök, robbantástechnikai szakember, villanyszerelő, sugárvédelmi előadó dolgozik az alakulatnál. A kiképzőink többsége több nyelven beszélő I. osztályú tűzszerész, C–IED, WIT¹⁵ képességekkel kiegészítve, emellett sokuk ért a robotokhoz, röntgenekhez is. A kiképzés része az elektronikai alapismeretek, robbanóanyag-kémia, műszaki kommunikáció és fizika alapismeretek is.
- Kiss Róbert saját Rothenberger fogója helyett műszerész eszterga, oszlopos fűrő, fűrészgép, védőgázos hegesztő berendezés is segíti a munkánkat. Jelenleg a tűzszerész kiképzés a következő eszközökkel is rendelkezik: ANT mini MACE és MACE vizesvágó berendezések (5. ábra), Andros F6 nehéz tűzszerészrobotok, XRS–4 hordozható röntgenek, gyújtóki-csavaró és gyújtólelövő berendezések, drónok.

¹⁵ Weapons Intelligence Team, harctéri helyszínelő csoport.



5. ábra: GP 2000 amerikai légibomba „vizesvágózása”

Forrás: a szerző felvétele

Összefoglalás

Mint látható, a tüzserészkiképzést mindig olyan emberek csinálták, akik szabadidejüket és anyagi forrásait nem kímélték. Lelkesedésüket még az eljárók negatív hozzáállása sem törte meg ilyen mondatokkal: „Erre nincs keret!” „Minek ez nektek?” „Ez nem a ti dolgotok!”

A nehézségek ellenére a Magyar Honvédség egyetlen tüzserészalakulata az, amely rendelkezik olyan löszergyűjteménnyel, amelyet több külföldi ország is megirigyelhet. Gyűjteményünkben olyan gránátok is vannak, amelyek csak nálunk láthatók testközelből. A közel 3000 darabos gyűjtemény biztosítja a magyar tüzserészek számára azt a kiváltságot, hogy a segítségével szinte bármilyen missziós területre képesek felkészülni. Délszláv aknamező, afrikai löszerraktár vagy akár egy komplex iraki harcmező sem jelenthet a kikézésnek akadályt! Erre méltán lehetünk mi, magyarok büszkék!

Felhasznált irodalom

BUCSÁK Mihály et al. (2015): *70 év az életveszély árnyékában. A magyar tüzserész- és aknakutató alakulatok története 1945–2015.* Budapest: Zrínyi.

HAJDU RÁFIS János – PAP János szerk. (2006): *Aknászok, tüzserészek. Hős magyar honvédek a II. világháborúban és a következő években.* Mezőkövesd: Legatum.

Fazekas Judit¹ 

A propaganda mint fegyver – a propagandagránátok alkalmazása a világháborúkban

Propaganda as a Weapon – Deploying the Propaganda Shells of the World Wars

A háborúk során a fegyveres harc mellett mindig is kiemelt szerepet játszott az információs hadviselés. A II. világháború idején a propaganda² nem csupán a médián keresztül, hanem egészen rendhagyó eszközökkel is célba jutott: ilyenek voltak a propaganda céljából bevetett robbanótestek, amelyek a fizikai támadás és a pszichológiai befolyásolás határmezsgyéjén működtek. A tanulmány célkitűzése annak vizsgálata, hogy milyen politikai, társadalmi és katonai célokat szolgáltak ezek a propagandaeszközök, valamint milyen hatással voltak a háborús pszichológiára, a közvélemény formálására és az ellenséges erők moráljára. Különös figyelmet fordítok azokra az esetekre, amikor a propaganda közvetlenül robbanóeszközökhöz kapcsolódott, például a 122 mm-es orosz propagandagránátokhoz. A kutatás nemcsak történelmi szempontból jelentős, hanem napjaink információs hadviselésének megértéséhez is hozzájárulhat. A II. világháború propagandájának elemzése révén rávilágíthatunk arra, hogyan alakult ki az információ fegyverként való használata, és milyen formákban van jelen a modern konfliktusokban. Témaválasztásom oka az, hogy megállításom szerint a hagyományos fegyverekkel vívott harc mellett aránytalanul kisebb hangsúlyt kapnak a lélektani hadviselés változatos eszközei, amelyek a kézzelfogható statisztikai adatokkal, például halálozási rátákkal szemben kevésbé markánsan kimutathatók. A rendelkezésemre álló hely korlátozott, így a teljesség igénye nélkül érintek néhány, a II. világháborúban részt vevő országot háborús propaganda vonatkozásában.

Kulcsszavak: propaganda, világháború, gránát

¹ Tűzszerész, e-mail: jucfazekas@gmail.com

² A propaganda kifejezés a latin *propagare* 'terjeszteni' jelentésű igéből ered, és annak a kongregációnak a feladatául vált hangsúlyossá, amelyet XV. Gergely pápa 1622. június 22-én alapított a katolikus hit terjesztésére. VIRÁNYI 2019: 4.

Throughout wars, alongside armed combat, information warfare has always played a prominent role. During World War II, propaganda reached its targets not only through the media but also via rather unconventional means: among them were explosive devices used specifically for propaganda purposes, which operated on the borderline between physical attack and psychological influence. The aim of this study is to examine the political, social, and military objectives these propaganda tools served, as well as their impact on wartime psychology, public opinion, and the morale of enemy forces. Special attention is given to instances where propaganda was directly linked to explosive devices, such as the 122 mm Soviet propaganda shells. This research is significant not only from a historical perspective but may also contribute to our understanding of contemporary information warfare. By analysing World War II propaganda, we can shed light on how information came to be used as a weapon and the forms it takes in modern conflicts. My choice of topic stems from the belief that, alongside conventional armed combat, the diverse tools of psychological warfare receive disproportionately less attention, primarily because their effects are less tangible and harder to quantify than, for example, casualty rates. Due to space constraints, I will only touch upon a few of the countries involved in World War II in relation to wartime propaganda, without aiming for completeness.

Keywords: propaganda, world war, shell

A német minta

A II. világháború során Németország komoly hangsúlyt fektetett a tömegek meggyőzésére. Adolf Hitler azt hangsúlyozta a *Mein Kampf*-ban, hogy „a propagandának mindig a tömegek felé kell irányulnia. Feladata nem a tudományos igényű ismeretátadás, hanem a tömeg figyelmének felhívása bizonyos tényekre, eseményekre. Minden propagandának népszerűnek kell lennie, és szellemi színvonalát a felvilágosítandók legkevésbé képzett rétegének befogadóképességéhez kell szabni.”³ A propaganda nem intellektuális műfaj. „Nem szükséges, hogy a nép tudatosan gondolkodjék, hiszen az emberek felfogóképessége amúgy is meglehetősen korlátozott, intelligenciájuk csekély, viszont igen gyorsan felejtjenek.”⁴ Ezért azon is könnyen túlteszik magukat, amikor a vezetők meglehetősen nagy, néha 180 fokos fordulatokat tesznek. És hogy a náci propaganda működésénél maradjunk, Joseph Goebbels⁵ szerint a propaganda hatékonyságának egyik fő eleme az egyszerűsítés, és ennek meg is adta a receptjét:

- Kerüld az elvont gondolatokat, és az érzelmeket vedd célba!
- Kevés üzenetet küldj, de azokat folyamatosan sulykold!
- Használj felszínes, általánosító véleményeket, sztereotípiákat!
- Az érvelés legyen egyoldalú – soha ne árnyalj!
- Folyamatosan kritizáld az ellenfeledet!
- Keresz egy ellenségképet, és folyamatosan rágalmazd!

³ VIRÁNYI 2019: 13.

⁴ VIRÁNYI 2019: 12.

⁵ Németország propagandaminisztere a II. világháborúban.

Ezek az elemek a történelem során univerzálisnak mutatkoztak – bármit és bárkit be lehet helyettesíteni, logikája a mai napig jól működik. A propagandaminiszter úgy vélte, a legfontosabb szabály, hogy a közönség csak azt fogadja el igazsággént, amit folyamatosan ismételnék neki. Német sajátosság továbbá az is, hogy nemcsak az ellenfél agresszióját emelte ki, hanem civilizációs alacsonyabb értékét is.⁶ Goebbelsről az a hír járta, hogy pontosan tudta, a hallgatóságnak melyik „lemezt kell játszania”. Vagyis a náci és fasiszta típusú propaganda lényegét épp ebben a változatlanban kell látnunk. A jól komponált pszichológiai meggyőzés eszközeiről van szó. Ebben a folyamatban különös jelentőséggel bírnak a szélsőséges érzelmek. Szomorúságból és félelemből indulva a hallgató a felemelő összetartozás és megmenekülés drámáját élheti át. Ezeknek a negatív érzelmeknek mindig retorikai jelentősége van, hiszen a náci párt és a német nép áldozattá válásának történetét kísérik, amelyből Hitler szerint nehéz és fájdalmas, mégis örömteli út vezet a megmeneküléshez.

A propaganda a világháborúkban számos célt szolgált, amelyek közül a legfontosabbak a következők:

- *Morál és egység fenntartása.* A propaganda segített fenntartani a lakosság és a katonák morálját. Pozitív üzenetekkel és hősi történetekkel erősítette a közösségi érzést, és azt az érzetet, hogy a háború igaz ügy.
- *Támogatás megszerzése.* A propaganda eszközként szolgált, hogy meggyőzze a lakosságot a háború szükségességéről, és biztosítsa, hogy a nép támogassa a háborús erőfeszítéseket, beleértve a hadba vonulást, az adománygyűjtést vagy az otthoni munkát.
- *Az ellenség démonizálása.* A propaganda gyakran az ellenség démonizálására törekedett, hogy igazolja a háborút, és növelje a harci kedvet. Ezzel az ellenséget embertelennek és veszélyesnek tüntették fel, megkönnyítve a harcra való mozgósítást.
- *Motiváció és toborzás.* A katonai toborzás egyik fő eszköze volt a propaganda. Hazafias érzelmekre és kötelességtudatra építve ösztönözte a fiatalokat, hogy csatlakozzanak a hadsereghez.
- *Az információ kontrollálása.* A propaganda lehetővé tette az államok számára, hogy kontrollálják az információáramlást, és csak olyan híreket közöljenek, amelyek előnyösek voltak a háborús céljaik szempontjából. Így csökkentették a pánikot, és megakadályozták az ellenség információszerzését.
- *Gazdasági támogatás.* Plakátok és kampányok segítségével ösztönözték az embereket, hogy vásároljanak hadikötvényeket, takarékoskodjanak, és támogassák a háborús gazdaságot.

A kezdetek

Az első világháború során minden fél nagy mennyiségben alkalmazta a légi szórású röplapokat. A brit hadsereg például olyan csomagokat juttatott el a császári hadsereg lövészárkai fölé, amelyek hadifoglyok által írt képeslapokat tartalmaztak.⁷ Ezeken bemutatták az emberséges

⁶ AGORA 2020.

⁷ FRIEDMAN [é. n.].

bánásmódot, megadásra felszólító értesítéseket, valamint propagandát II. Vilmos császár és a német tábornokok ellen.

1918 augusztusában Gabriele D'Annunzio, a híres olasz nacionalista író, költő és vadászpilóta megszervezte a „Bécs fölötti repülést”, amely a háború egyik legismertebb propagandaakciója volt. Kilenc Ansaldo SVA repülőgéppel vezetett egy 1100 kilométeres körutat, amelynek során 50 000 propagandaröplapot dobtak az Osztrák–Magyar Monarchia fővárosára.

A németek válaszként elkezdtek lelőni a röplapokat szóró pilótákat, emiatt a britek alternatív megoldást dolgoztak ki. Alexander Fleming 1917-ben találta fel a pilóta nélküli röplapléggömböt, amelyet széles körben alkalmaztak a háború későbbi szakaszában; több mint 48 000 darabot gyártottak belőlük. A hidrogénnel töltött léggömbök átsodródtak a senki földjén, és az ellenséges lövészárkokba érkeztek.

A rölapok közül a katonák legalább minden hetediket nem adtak át feletteseiknek, annak ellenére, hogy a lapok birtoklásáért szigorú büntetés járt. Még Paul von Hindenburg tábornok is elismerte, hogy „nem sejtve, ezek fogyasztották el a mérget”, és hadifoglyok is bevallották, hogy kiábrándultak a német katonák ágyúölteléknek való használatát bemutató propaganda miatt. 1915-ben a britek rendszeresen kezdték ledobni a *Le Courier de l'Air* című rölapújságot a német megszállás alatt álló francia és belga civilek számára.

A szórólapok terjesztésének számos módja van, de az általánosan elfogadott nézet az, hogy a tűzéségi tűz a legpontosabb. Számos II. világháborús eset volt, amikor a németeknek szórt szórólapok Franciaországban vagy Belgiumban landoltak. Egy erős szél több ezer láb magasan egy könnyű papírdarabot nagyon messzire el tud vinni.

A tűzéség előnye, hogy a tűzhelyesbítés eszközével élve pontosítani lehet a találaton. Habár kevesebb szórólapot lehet célba juttatni, mint amennyit egy repülőgép képes, még mindig a legpontosabb terjesztési forma.

Tudatos formában a propagandát először az I. világháborúban alkalmazták, miután felismerték szerepét a konfliktusok kirobbantásában és az emberek mozgósításában.

A francia alakulatok kezdték használni ezt a fajta robbanótestet. A gránát 160 szórólapot tartalmazott. A gyújtószerkezet működése egy lőportöltetet indított el, amely ledobta a gránát orr-részét. Ekkor szabaddá váltak a szórólapok, és a levegőben, a testből kihullva szétszóródtak. A maximális lőtávolság 5000 méter volt.



1. ábra: I. világháborús propagandaqránát töltete

Forrás: FRIEDMAN [é. n.]

Az 1. ábrán látható, biztonságos áthaladást biztosító okmány egy, az I. világháborús angol propagandagránát töltete. A mintegy 6,35 cm átmérőjű papírlapon elől és hátul is olvasható a szöveg. A fordításban így hangzik: „A holtak nem térnek haza. De azok, akiket elfognak, életben maradnak, hogy újra láthassák szülőföldjüket.”

Churchill szerint „[a] háborúban nem csupán a fegyverek harcolnak, hanem a gondolatok is. A propaganda fegyvere olyan hatalmas, mint bármelyik ágyú vagy harckocsi, ha jól alkalmazzák.”⁸ A második nagy világhégés egyik legnagyobb megtévesztése az *Operation Fortitude* elnevezést kapta. A D-nap (normandiai partraszállás) előtt a szövetségesek komoly erőfeszítéseket tettek annak érdekében, hogy megtéveszték a német hadvezetést a partraszállás helyét illetően. Élethű makettek, „felfújható” repülőgépeket, harckocsikat alkalmaztak (2. ábra), amelyek a levegőből annyira valóság-hűek voltak, hogy megtévesztették a német hírszerzést.



2. ábra: Megtévesztésre használt, a szövetséges erők által alkalmazott „felfújható harckocsi” 1944-ben
Forrás: Britannica [é. n.]

A brit hírszerzés több lépcsőben valósította meg a dezinformációs kampányt.⁹

A hadművelet része volt, hogy a németek elhiggyék, hogy nem Normandia a partraszállásra kiválasztott terület. Kettős ügynököket, napilapokban közölt, előre kitalált történeteket, hamis rádióadásokat, látszattáborhelyeket és más megtévesztő módszereket alkalmaztak annak érdekében, hogy elhitessék a németekkel, a valóságnál kétszer nagyobb szövetséges erő gyülekezik a szigetországban, Pas de Calais térségében. A szövetségesek a németeket meghagyták abban a hitükben is, hogy a fantomegységekből álló FUSAG (First US Army Group) parancsnoka az a George S. Patton altábornagy, akitől a legjobban tartottak. A németek nem tudták elképzelni, hogy a szövetségesek kihagyják őt a partraszállással kapcsolatos terveikből, és meg voltak győződve arról, hogy Patton vezetésével innen indul az invázió. Mint tudjuk, a megtévesztés sikeres volt. A németek jelentős erőforrásokat összpontosítottak Pas de Calais térségébe, miközben a valódi támadás 1944. június 6-án Normandiában zajlott. A sikeres

⁸ CHURCHILL 1989.

⁹ BADSEY 1997: 42–43.

dezinformációs kampány jelentősen hozzájárult a szövetségesek sikeréhez a D-nap során, mivel a németek nem tudták idejében átcsoportosítani erőiket a valódi partraszállás helyszínére. A megtévesztésre használt módszerek egy része még ma is titkos.¹⁰



3. ábra: Amerikai 105 mm-es propagandagránát

Forrás: FRIEDMAN [é. n.]

Az amerikai tüzéregységeknél 1944 júliusában vezették be a 3. ábrán látható, mintegy menedéklevélként funkcionáló, úgynevezett „Passierschein – Safe conduct” elnevezésű szórólapfajtát. A német állások fölé lőtték ezeket a gránátokat ezzel a szöveggel: „A német katona, aki felmutatja ezt a dokumentumot, mintegy jelzi, hogy szándékában áll megadni magát. Őt le kell fegyverezni, megfelelő ellátásban kell részesíteni, ételt és orvosi ellátást kell biztosítani, amennyiben szükséges, és a lehető leghamarabb el kell távolítani a veszélyzónából.”



4. ábra: Safe conduct – Passierschein – Laissez – passer

Forrás: FRIEDMAN [é. n.]

¹⁰ CHURCHILL 1989: 375.

Általánosan elterjedt vélekedés, hogy a német csapatokat olyan mértékben befolyásolta a propaganda, hogy szükségessé vált egy hivatalos dokumentum kiadása, amely megjelenésében egy egyetemi diplomára emlékeztetett (4. ábra). Ezek az igazolványok különböző nemzeti pecsétekkel és a parancsnok aláírásával készültek, hogy hitelesnek tűnjenek. Több száz millió példányt nyomtattak belőlük, amelyek közül néhány francia nyelvű szöveget is tartalmazott. Az igazolványok előlapján az Egyesült Államok és az Egyesült Királyság nagypecsétje is helyet kapott, a francia nyelvű verziókon pedig Franciaország pecsétje szerepelt. Mindegyiken Dwight D. Eisenhower tábornok aláírásának másolata volt látható. A hátoldalon található üzenetek hossza és tartalma változatos volt, azonban a legtöbbjük az alábbi hat pontot hangsúlyozta:

1. Azonnali eltávolítás a veszélyzónából.
2. Méltó, katonához illő bánásmód.
3. Ugyanaz az étel, mint amit az amerikai katonák kapnak.
4. Kórházi ellátás.
5. Postai szolgáltatások igénybevétele.
6. A háború után minél hamarabb történő hazatérés.

A magyarországi vonatkozás különbözik a fent említett némettől. Az I. világháborús propaganda sikerét mi sem bizonyítja jobban, mint a mozgósítás tömeges sorban állásokat eredményező hatékonysága és az a kalaplengető, eufórikus hangulat, amelyet a korabeli fotók megörökítettek.¹¹ A mozgósítás propagandaeszközei a szövetséges uralkodók portréjával ellátott emléklapok, propagandalapok, képeslapok, plakátok, fali díszek – amelyek aztán a háború kitérését követő majdnem fél évtizedben sem koptak ki –, a hangulatot emelő katonadalok, a buzdító rölapok, plakátok, amelyek közös mondanivalója, hogy a magyar mozgósítás egy olyan kollektív hazafias cselekedet, amely egy közös, szövetségi rendszerben még inkább felértékelődik. A leginkább megéljenztet uralkodó a szövetségesek között I. Ferenc József császár, aki már a kortársak mentalitásában is a soknemzetiségű birodalom legfontosabb személyisége volt. Ő az, akinek a portréja emléktárgyakon, háborús használati eszközökön, emléklapokon, képeslapokon a legtöbbször előfordul. A császár iránti hagyományos tiszteletre és lojalításra alapozott ünnepek megannyi lehetőséget biztosítottak a propagandára. Ennek legfontosabb célja, hogy elhitesse az alattvalókkal: az uralkodó kitüntetett figyelmet szentel a háború magyar vonatkozásainak. Ehhez öt és családtagjait a hagyományos politikai szerepkörön túl is szerepeltetni kellett, feltárva a tömegek előtt magánéletét, annak intim pillanatait képes újságokban, hírlapokban, emléklapokon, levelezőlapokon – mindezt a háborús propaganda érdekében.

Plakátok formájában a dicső helytállás, összefogás, elnyomás elleni harc megjelent a II. világháború idején is az országban (5. és 6. ábra).

¹¹ KINCSES 2017.



5. ábra: A hátszágban élők támogatják a harcoló katonákat

Forrás: Fortepan/Lissák Tivadar, 1944, képszám 72884



6. ábra: Népszerű motívum volt szenvedő gyermekek ábrázolása propagandaplakátokon

Forrás: Fortepan/Lissák Tivadar, 1944, képszám 72728

Propagandagránátok Magyarországon

Elméleti síkról a kézzelfogható valóság felé kanyarodva vizsgáljunk meg egy egyedülálló eszközt! Magyarország területén meglehetősen ritka, hogy ép állapotú, rölapokat tartalmazó gránátok kerülnek elő.



7. ábra: Orosz 122 mm-es A-462 propagandagránát szétszerelés után

Forrás: a szerző felvétele

Az utóbbi évek egyik egyedülálló lelete volt a Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegyében, Balkány településen előkerült orosz 122 mm-es propagandagránát (7. ábra).¹² Az eszköz kifogástalan állapotban maradt közel 80 év elteltével is. Gyújtószerkezetet nem tartalmazott. Az előzetes feltételezés szerint egy lehetett azon több ezer robbanótest közül, amelyet a települést 1944 októberében megszálló szovjet 198. gárda tüzérei már nem vittek tovább magukkal Balkányból.¹³ A gránát belsejében körülbelül 600 röplap található. A lapok három darab, két részből összeillesztett vékony fémhengerben helyezkednek el (8. és 9. ábra).



8. ábra: A gránáttest belsejében feltekert röplapok

Forrás: a szerző felvétele

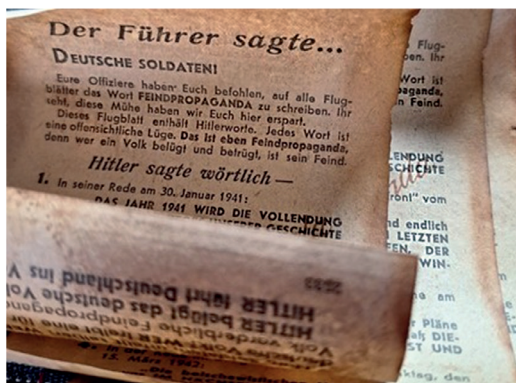
¹² Meg kell említeni, hogy nemcsak gránátokat, hanem bombákat is használtak a II. világháborúban a propagandaröplapok terjesztésére. Bővebben lásd DARUKA 2014: 75.

¹³ Aki bővebben szeretne robbanótestekről olvasni, írott és rajzos formában megtalálhatja. Bővebben lásd HAJDU RÁFIS – PAP 2006.



9. ábra: Henger a röplapokkal

Forrás: a szerző felvétele



10. ábra: Röplap a szöveggel

Forrás: a szerző felvétele

A gránáttestet alulról egy fenéklap zárja le, amely menetesen rögzül a hengeres részhez. Felette helyezkedik el a három darab, papírtekerccsekkel töltött, két részből álló vékony fémhenger. A felső henger tetejét vékony fémlemez takarja. Szétszedett állapotában az eszköz a 11–12. ábrán látható.

A T-7¹⁴ gyújtószerkezet (13. ábra) alatt egy löporerősítő található, ez végzi a gránáttest megnyitását. Kilövés után, a kívánt működésre való beállítástól függően vagy elkezd égni az időzítő elegy, vagy ha becsapódásra van állítva, akkor célközegbe való ütközés után működik a gyújtószerkezet. Vagy a löportárcsák töltetének végigégése után, vagy közvetlenül a csappantyútól a löporerősítő töltetéhez jut el a lángsugár. A gyújtószerkezet alatt elhelyezkedő löportöltet eléégésekor fellépő nyomás hatására leszakad a fenéklap, szabaddá válnak a papírlapokat tartalmazó tekerccsek (10. ábra), és azok a levegőben szétszóródnak.

¹⁴ A gyújtószerkezetről bővebben a Tüfe/107 szabályzatban olvashatunk.



11. ábra: Az üres gránáttest

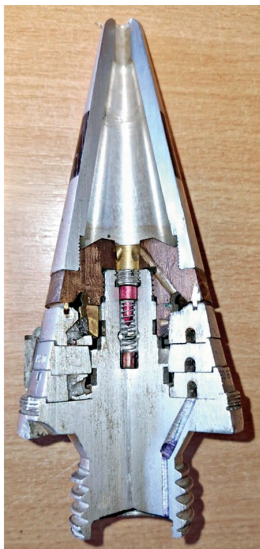
Forrás: a szerző felvétele



12. ábra: 80 év után először napvilágot látnak a röplapok

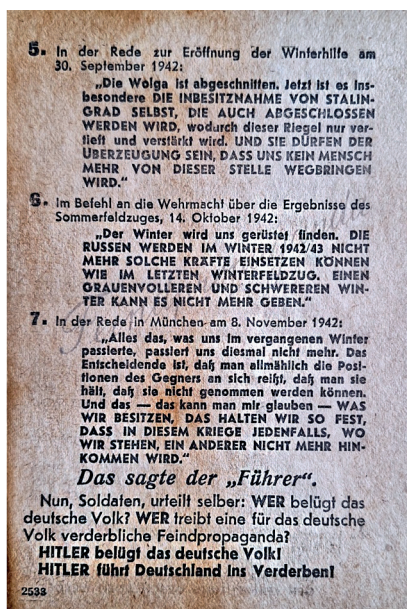
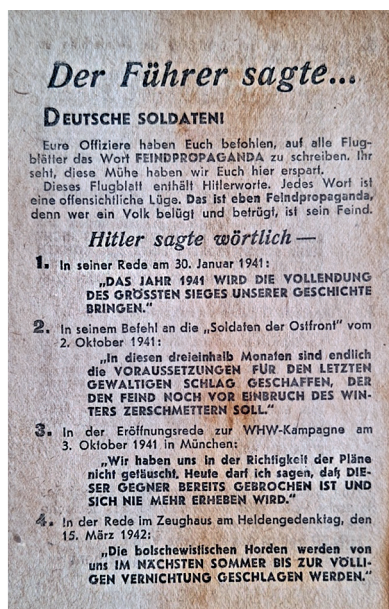
Forrás: a szerző felvétele

A kívánt működést kilövés előtt állították be. Időzítésre állított lövésnél a gyújtóttest bel-sejében levő időzítőkorongokba préselt lőpor égni kezd. Ez az égés a röppályán végbemegy. Az erősítőöltet égési gázai kilöki a sárgaréz tárcsát, és meggyújtják a lövedék indítótölte-tét. Meghibásodás esetén a gyújtószerkezet akadállyal való találkozásakor a tehetetlenségi csapódó szerkezet végzi el a működés kiváltását. Kartácsállásnál a gyújtószerkezet működése a löveg előtt történik meg.



13. ábra: T-7 kettős működésű fejjújtószerkezet metszeti képe

Forrás: a szerző felvétele



14. ábra: A röplap két oldala

Forrás: a szerző felvétele

A gránáttestben mintegy 80 éven át szunnyadó rölapok eredeti szövegének (14. ábra) teljes fordítását közzéteszem. Egy darabka történelem...

„A Führer mondta...

Német katonák!

Tisztjeitek megparancsolták nektek, hogy minden rölapra írjátok rá: „ellenséges propaganda”. Látjátok, ezt a fáradságot itt megspóroltuk nektek. Ez a rölap Hitler szavait tartalmazza. Minden szó nyilvánvaló hazugság. Ez maga az ellenséges propaganda, mert aki egy népet hazugságokkal és csalásokkal félrevezet, az az ellensége annak a népnek.

Hitler szó szerint mondta:

1. Egy beszédében, 1941. január 30-án: »A 1941-es év a történelem legnagyobb győzelmének betetőzését fogja hozni.«
2. A keleti front katonáihoz intézett parancsában, 1941. október 2-án: »Ez a három és fél hónap végre megteremtette a feltételeket az utolsó hatalmas csapáshoz, amely az ellenséget még a tél beállta előtt szét fogja zúzni.«
3. A Téli Segélyakció kampányának megnyitóján, 1941. október 3-án Münchenben: »Nem tévedtünk terveink helyességében. Ma már mondhatom, hogy ez az ellenség már összetört, és soha többé nem fog feléledni.«
4. A mártírok emléknapján, a Zeughausban tartott beszédében, 1942. március 15-én: »A bolsevik hordákat a következő nyár folyamán teljesen meg fogjuk semmisíteni.«
5. A Téli Segélyakció megnyitóján, 1942. szeptember 30-án tartott beszédében: »A Volga el van vágva. Most különösen Sztálingrád elfoglalása van napirendben, amely hamarosan befejeződik, és amely által ez a védővonal csak még erősebbé és áthatolhatatlanná válik. És lehetnek abban a meggyőződésben, hogy innen már senki nem fog minket elűzni.«
6. Az 1942. október 14-én kiadott parancsában, amely a nyári hadjárat eredményeit összegezte: »A télre felkészülten várunk. Az oroszok az 1942/43-as téli hadművelet során már nem lesznek képesek olyan erőket felvonultatni, mint az előző télen. Egy szörnyűbb és keményebb tél, mint az előző, már nem következhet be.«
7. A müncheni beszédében, 1942. november 8-án: »Minden, ami velünk az elmúlt télen történt, most nem fog megismétlődni. A döntő az, hogy fokozatosan elragadjuk az ellenség állásait, hogy azokat megtartsuk, és hogy ne vehessék el tőlünk. És ezt elhihetik nekem – amit birtokolunk, azt olyan szorosan tartjuk, hogy ezen a háborún belül oda, ahol mi állunk, senki már nem jöhet.«

Ezt mondta a Vezér.

Nos, katonák, ítéljetek magatok: Ki hazudik a német népnek? Ki folytat a német nép számára pusztító ellenséges propagandát?

Hitler hazudik a német népnek! Hitler vezeti a pusztulásba Németországot!"

Itt láthatjuk, hogy az orosz propaganda hogyan szólítja meg a lövészárokból harcoló, egyre kilátástalanabb helyzetbe kerülő német katonát. A bevezetést követően a röpirat hét pontban idézi a Führer szavait olyan beszédekből, amelyek a szövegezés szerint 1941. január 30.

és 1942. november 8. között hangoztak el.¹⁵ Eszerint olvasható, hogy Hitler 1941. január 30-i prognózisa alapján a tárgyév a német történelem „legnagyobb győzelmének beteljesülését hozza magával.” Majd idézik az 1941. október 3-i müncheni beszédét, amelyben kijelentette: „ez az ellenség már megtört, és soha többé nem fog felemelkedni.” 1942. március 15-én, a hősök napján tartott megemlékezésen azzal próbálta lelkesíteni a közönséget Zeughausban, hogy a „bolsevik hordát” a német csapatok az előttük álló nyáron „teljesen megsemmisítik”. Ezt követően Sztálingrád elfoglalását és megszállását vizionálta Hitler az 1942. szeptember 30-án tartott beszédében. A hatodik pontban idézik a Führer értekezését az 1942-es nyári hadjárat eredményeiről, amely szerint „az oroszok már nem tudnak olyan erőket bevetni 1942/43 telén, mint az azt megelőző téli hadjáratban”. Zárásként hivatkoznak Hitler 1942. november 8-i, müncheni beszédére, amelyben fogadkozott, hogy nem fog újra megtörténni a német haderővel az, ami megesett az előző télen. Továbbá az ellenség pozícióinak elfoglalását és ezek megtartását tűzi ki célul. Az említett Führer-idézetek kommentár nélkül világítottak rá a kontrasztra Hitler szavai és az 1944-es valós hadihelyzet között, demoralizálóan hatva a célcsoportra, akik ekkor már folyamatosan hátráltak az előrenyomuló szovjet haderővel szemben.

A röplap szerkesztői zárásként felteszik a költői kérdést a német katonáknak: „Ki hazudik a német népnek? Ki terjeszt olyan ellenséges propagandát, amely káros a német nép számára?” A kiadvány természetesen a válaszokkal sem maradt adós: „Hitler hazudik a német népnek! Hitler vezeti Németországot a pusztulásba!”

Összegzés

Írásomban a világháborúk során alkalmazott propaganda hagyományostól eltérő formáit igyekeztem vizsgálni, a teljesség igénye nélkül, különös tekintettel a robbanóeszközökhöz kapcsolódó példákra. Nézőpontom szerint a pszichológiai hadviselés szerepe gyakran alulértékelt a hagyományos fegyveres konfliktusokhoz képest. Az idő és a történelem bebizonyította, hogy a propaganda sokkal erősebb fegyver tud lenni egy hozzáértő kézben, mint akár a legélesebb fegyverek.

Felhasznált irodalom

- AGORA Zsuzsanna (2020): *A náciizmus történeti pszichológiája*. Pécs: Kronosz.
- BADSEY, Stephen (1997): *D-Day. A partraszállás története a normandiai partoktól Franciaország felszabadításáig*. Budapest: Ferenczy.
- Britannica [é. n.]: *Operation Fortitude*. Online: <https://www.britannica.com/event/Operation-Fortitude>
- CHURCHILL, Winston S. (1989): *A második világháború I–II*. Budapest: Európa.
- DARUKA Norbert (2014): Robbanótestek I. – Amit a bombákról tudni érdemes. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24(4), 68–82. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2298/1565>
- FRIEDMAN, Herbert A. [é. n.]: *The Propaganda Shell*. Online: <https://www.psywarrior.com/PropArtilleryShell.html>

¹⁵ GAJDOS 2024: 38–44.

- Fortepan/Lissák Tivadar. Online: <https://fortepan.hu/hu/photos/?q=Liss%C3%A1k%20Tivadar>
- GAJDOS Milán (2024): Bombaüzenet. *Magyar Honvéd Magazin*, 24(12).
- HAJDU RÁFIS János – PAP János szerk. (2006): *Aknászok, tűzszerészek (Hős magyar honvédek a II. világháborúban és a következő években)*. Mezőkövesd: Legatum.
- KINCSES Katalin Mária (2017): Propaganda az I. világháborúban. Az Országos Széchényi Könyvtár kiállítása, 2015. október 16. – 2016. április 9. *Hadtörténelmi Közlemények*, 130(1), 217–222. Online: <http://real.mtak.hu/123996/1/Propaganda%20az%20első%20világháborúban.pdf>
- Tüfe/107 Szabályzat (1969). Honvédelmi Minisztérium.
- VIRÁNYI Péter (2019): A propaganda természete. *Jel-Kép, Kommunikáció, Közvélemény, Média*, (3), 2–16. Online: <https://doi.org/10.20520/JEL-KEP.2019.3.3>

Tótok Dávid István¹ 

A II. világháborús általános felhasználású brit légibombák fajtái és adatai

Types and Technical Specifications of British General Purpose Aerial Bombs Used During World War II

A II. világháborúban alkalmazott, brit gyártmányú, általános felhasználású légibombák számos olyan műszaki és haditechnikai jellemzővel rendelkeztek, amelyek ismerete ma is fontos a tűzszerészeti tevékenység szempontjából. A 40 és 4000 font közötti brit légibombák tömegének vizsgálata lehetőséget ad a bombatípusok szerkezeti sajátosságainak, robbanóanyag-felhasználásának és gyújtószerkezeteinek elemzésére. A tanulmány érinti néhány ritkábban alkalmazott robbanóanyag – például az amatex, a Composition Exploding (C.E.) vagy az ASA-keverék – szerepét, valamint ismerteti a fokozott kockázatú indítószerkezetek felépítését és működését. A szerző célja, hogy hozzájáruljon a tűzszerész szakállomány alapvető ismereteinek bővítéséhez, különös tekintettel a brit eredetű, II. világháborús robbanótestek felismerésére és műszaki értelmezésére.

Kulcsszavak: brit GP-bombák, II. világháború, robbanóanyag-típusok, gyújtószerkezetek, tűzszerészeti ismeretek

The British manufactured general purpose aerial bombs used during World War II possessed several technical and military-engineering characteristics that remain relevant for modern explosive ordnance disposal activities. An analysis of the weight of British aerial bombs, ranging from 40 to 4,000 pounds, provides an opportunity to analyse the structural characteristics of bomb types, the use of explosives and the firing mechanisms. The study also touches upon less commonly used explosive materials – such as Amatex, Composition Exploding (C.E.), and the A.S.A. mixture – and presents the design and operation of high-risk initiation systems. The author's aim is to support the development of essential knowledge among EOD personnel, with particular focus on the identification and technical interpretation of British origin explosive ordnance from the Second World War.

¹ Tűzszerész századparancsnok-helyettes, e-mail: david.totok23@gmail.com

Keywords: *British GP bombs, World War II, explosive compositions, fuse mechanisms, EOD knowledge*

Bevezetés

Az alábbiakban összegzem a Brit Királyi Légierő (Royal Air Force – RAF) által a II. világháborúban alkalmazott általános felhasználású (*general purpose* vagy GP-) bombák műszaki jellemzőit, célba juttatásuk módszereit, valamint ezek stratégiai jelentőségét. A GP-bombák alapvetően két csoportra oszthatók származásuk szerint: a brit haderő által alkalmazott, illetve az Amerikai Egyesült Államok (United States of America, a továbbiakban: USA) által kifejlesztett típusokra. Mindkét ország közösen használja a GP megnevezést. A robbanótestek és gyújtószerkezetek elnevezésében az Egyesült Államok az AN–M jelölést alkalmazza, amely az Army-Navy (hadsereg-haditengerészet) együttműködésből ered. Az „M” betű az adott eszköz haditechnikai mintaszámát jelzi, amely valamennyi amerikai hadfelszerelésre jellemző rendszerben szerepel (például: AN–M64). Ezzel szemben a brit hadsereg a gyújtószerkezeteket a „No.” (Number – szám) és az „Mk” (Mark – jelölés vagy változat) kombinációjával azonosítja (például: No. 16 Mk I orrgyújtószerkezet). Ez a két forma nagyvonalakban különbözteti meg a nemzetiségek közti típusszámot, logisztikai hátteret. Tudományos munkám célja, hogy a II. világháborús, általános felhasználású brit légibombák fajtáit és műszaki adatait rendszerezetten bemutassam, ezzel is támogatva a tüzserész katonák szakfelkészítését.

Robbanóanyagukat tekintve a folyamatos fejlődési kényszer ösztönözte a hadiipart, hogy egyfelől effektívebb teljesítményt idézzon elő a bombák pusztító sugara, másfelől, hogy gazdasági hatása ne legyen túlságosan megterhelő, hiszen alkalmazásukkor az alkalmazó országoknak számításba kellett venniük az úgynevezett *high-payoff target*² elvet, hogy minél kevesebb anyagi ráfordítással minél nagyobb kárt okozzanak.

Típusok és tömegskála (40 fontostól a 4000 fontosig)

A GP-bombák jellemzően vastag falú kialakításúak, tömegük a 40 fontostól³ egészen a 4000 fontos típusokig terjed. Robusztus szerkezetüknek köszönhetően rendkívül sokoldalúan alkalmazhatók: a kisebb tömegűeket elsősorban élőerő elleni bevetésekhez, míg a nagyobb tömegű változatokat általános célú bombázások során vetették be.⁴

² *High-payoff target* (HPT) – magyarra fordítva nincs referenciaértéke, jelentése: egy olyan célpont, amely az ellenség számára kiemelt fontosságú, és annak megsemmisítése komoly előnyt biztosíthat a támadó fél számára, például kiemelt létesítmények, fontos személyek, felszerelés, katonai csoportok. *Joint Publication 3-60. Joint Targeting* 2013.

³ Az angolszász mértékegységrendszerben 1 font (pound, rövidítve lb) megközelítőleg 0,4536 kilogrammnak felel meg.

⁴ U.S. Department of the Army 1955.

A korai típusú általános felhasználású bombák központi csővel (*central exploder tube*) rendelkeztek, amely a gyújtási lánc elemeit – például a detonátort és az erősítő töltetet – foglalta magában. A későbbi típusoknál ezt a megoldást fokozatosan felváltotta az orrban, illetve a fenékrészben elhelyezett gyújtószerkezetek rendszere, lehetővé téve a különböző bevetési igényekhez való rugalmas alkalmazkodást. A gyújtószerkezetek elhelyezkedése (orr, fenék vagy mindkét vég) az alkalmazás taktikai és technikai követelményeitől függ. Az orr-részbe szerelt gyújtószerkezetek jellemzően azonnali működésű, pillanatcsapódó (*instantaneous impact*) típusok, míg a fenékrészbe szereltek általában késleltetett működésűek (állandó pirotechnikai vagy vegyi hosszú késleltetés), amelyek célja a robbanás optimális időzítése például földre hatolás után. Amennyiben a bomba mindkét végére gyújtószerkezetet szereltek, az orr-részbe szerelt gyújtószerkezet rendszerint elsőként lép működésbe, mivel a pillanatcsapódó típusú gyújtószerkezet hamarabb működik el. A bombák gyárilag jellemzően a fenékrészben kialakított gyújtófészekkel (*tail fuze cavity* vagy *tail fuze seat*) készülnek, azonban a konkrét gyújtószerkezeteket – az alkalmazási követelmények figyelembevételével – csak a bevetést megelőzően szereli be az erre kiképzett személyzet.

A GP-bombák szerkezete jellemzően áramvonalas öntöttacél testtel készül, és a fenékrészkön kialakított, kinyúló típusú zárólemezzel (*male base plate*) rendelkeznek. A logisztikai kezelés – tárolás és szállítás – megkönnyítése érdekében a bombákhoz olyan szállítóalapot (*shipping base*) tartozik, amelynek átmérője megegyezik a bombatest legnagyobb átmérőjével, így biztosítva a stabilitást és a kompatibilitást a szabványos tároló- és rögzítőeszközökkel. Az 1000 font alatti bombatípusokat jellemzően egyszerű kapcsos (*clip-on*) felfüggesztőszemmel látják el a fenékrészen, míg az 1000 fontnál nagyobb tömegű bombák esetében a hátsó stabilizátort (*tail unit*) menetes vagy szárnyas csavaros (*wing nut*) rögzítéssel erősítik a bombatestre, figyelembe véve a fokozott szerkezeti terhelést és a biztonságos repülési stabilitást.⁵

Robbanóanyag tölteteként jellemzően változó arányban kevert amatolt használtak, ugyanakkor előfordult, hogy csak TNT-vel töltötték. A robbanóanyag-töltet aránya a teljes bomba tömegéhez viszonyítva általában 17–33% között változott, a konkrét típustól és a felhasználási céltól függően. Az orr-résznél vastagított kialakítás miatt ez az arány a legtöbb GP-bombánál a robbanótest alsó részében helyezkedett el, elsősorban a szerkezeti integritás és a célzott repeszhatás biztosítása érdekében.

A bombák külső felületének festése a gyártás és az alkalmazás időszakától függően változott. A háború korai szakaszában, különösen az Mk I–III típusok esetében előfordult, hogy a bombatestet teljes egészében sárgára festették, ami a robbanóanyag-töltetet jelezte. Később ezt a festési sémát sötétzöld (*service green*) alapszín váltotta fel, elsősorban álcázási célból. Az orr-részen elhelyezett 1/2 hüvelyk (12,7 mm) széles vörös sáv azt jelezte, hogy a bomba éles robbanóanyag-töltettel van ellátva. A bombatest középső részén gyakran egy 1 hüvelyk (25,4 mm) széles világoszöld sáv is megjelent, amely az alkalmazott robbanóanyag-töltet típusára vagy a bomba szerkezeti elrendezésére – például az átvivőtöltet meglétére – utalt, de nem azonosította konkrétan a robbanóanyag pontos összetételét. A töltet fajtáját, a gyártás

⁵ DARUKA 2014: 80–81.

idejét és az egyéb technikai adatokat stencillel festett feliratok jelezték a bombatest felületén, jellemzően fehér vagy sárga színnel.⁶

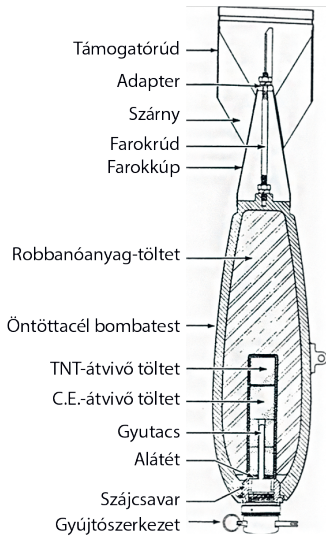
Brit GP-bombák, robbanóanyag-felhasználásuk, gyújtószerkezetük

40 fontos brit GP-bomba (GP 40 lb, Mark I–IV)

1. táblázat: A 40 fontos brit GP-bomba (GP 40 lb, Mark I–IV) adatai

Gyújtószerkezetek	No. 29, 34, 38 vagy 45 „orr-indítószervezet”; ⁷ No. 873 orrgyújtó
Színjelölései	Sötétzöld alapszín; vörös és világoszöld sávokkal
Teljes hossz	27,25 hüvelyk (692,15 mm)
A bombatest hossza	15,9 hüvelyk (403,86 mm)
A bombatest keresztmetszete	5,05 hüvelyk (128,27 mm)
Falvastagság	0,47 hüvelyk (~12 mm)
Teljes tömeg	38,5 font (~17,5 kg) (Mk III)
Töltet/tömeg aránya	17%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952



1. ábra: 40 fontos brit GP-bomba (GP 40 lb, Mark I–IV)

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

⁶ U.S. Department of the Army 1952.
⁷ A brit terminológia megkülönbözteti a *nose pistol* és a *nose fuze* kifejezéseket. A *nose pistol* egy olyan mechanikus „indítószervezet”, amely önmagában nem tartalmazza a teljes gyújtási láncot, azaz a gyutacsot és a detonátort külön kellett beszerezni, jellemzően vetés előtt. Ezzel szemben a *nose fuze* már egy komplett gyújtószerkezet, amely tartalmazza a gyutacsot és a detonátort is, így külön előkészítés nélkül, egységként volt alkalmazható.

Robbanóanyag-tartalom:

- A gyújtószerkezet tartalmazza: csappantyú, gyutacs (egy úgynevezett ASA-keverék⁸), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Az átvivőtöltet tartalmazza: 40 gramm TNT, valamint 124 gramm paraffinozott filces alátét segítségével rögzített, úgynevezett C.E. robbanóanyag-keveréket.⁹

A robbanóanyag töltete:

- Mk I esetében: 2,85 kilogramm 80/20 arányban kevert amatol (ammónium-nitrát és TNT keveréke);
- Mk II esetében: 2,95 kilogramm TNT vagy 3 kilogramm 60/40 arányban kevert hexogén és TNT keverék;
- Mk III esetében: 2,95 kilogramm 60/40 arányban kevert amatol vagy szintén 60/40 arányban RDX/TNT keverék;
- A Mk IV változatához alkalmazott gyújtószerkezetet úgy módosították, hogy abba csak C.E. pelletet tartalmazó átvivőtöltetek kerültek, valamint a szerkezetet egy speciálisan kialakított, késleltetett működésű fenékgyújtó-szerkezettel látták el.¹⁰

250 fontos brit GP-bomba (GP 250 lb, Mark I-III)

2. táblázat: A 250 fontos brit GP-bomba (GP 250 lb, Mark I-III) adatai

Gyújtószerkezetek	No. 19 orr-indítószerkezet (<i>nose pistol</i>); No. 17 vagy 22 fenék-indítószerkezet
Színjelölései	Sárga alapszín (eredeti szabvány); orr-részen 1/2 hüvelyk vörös sáv, testen 1 hüvelyk világoszöld sáv, hosszirányú zöld csík a törzsön és a fenékrészen, ami az átvivőtöltetet jelzi
Teljes hossz	54,2 hüvelyk (1376 mm)
A bombatest hossza	28 hüvelyk (711 mm)
A bombatest keresztmetszete	10,3 hüvelyk (261 mm)
Falvastagság	0,6 hüvelyk (~15 mm)
Teljes tömeg	247 font (112 kg, TNT töltettel)
Töltet/tömeg aránya	27%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: pillanathatású, úgyhogy ASA-keverék.
- Átvivőtöltet összetétele: TNT, illetve C.E. hengerek.
- A robbanóanyag töltete: 30,9 kilogramm TNT vagy 28,5 kilogramm 80/20 arányban kevert amatol.¹¹

⁸ ASA-keverék: ólom-azid, ólom-sztfínát és alumíniumpor keveréke.

⁹ C.E. robbanóanyag: *composition exploding*, a brit haderő által alkalmazott kifejezés a tetrilre.

¹⁰ U.S. Department of the Army 1952.

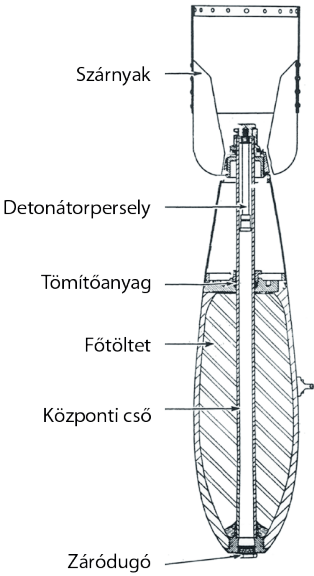
¹¹ U.S. Department of the Army 1952.

250 fontos brit GP-bomba (GP 250 lb, Mark IV–VI)

3. táblázat: A 250 fontos brit GP-bomba (GP 250 lb, Mark IV–VI) adatai

Gyújtószerkezetek	Mark IV: No. 27, 42 vagy 44 orr-indítószerkezet; No. 28, 30 vagy 37 fenék-indítószerkezet Mark V: ¹² csak No. 17 fenék-indítószerkezet (hosszú késleltetéssel: 11 másodperc) Mark VI: Az Mk VI bombát az Egyesült Államokban gyártották, és brit tervek alapján, ott készült gyújtószerkezeteket használnak hozzá: Mk VII, M3 orrgyújtószerkezetet, valamint Mk V, M1 fenékgyújtó-szerkezetet
Színjelölései	Sötétzöld alapszín, 1/2 hüvelyk vörös sáv az orrnál (1 inchre tőle), 1 inch világoszöld sáv 6 inchre az ortól; egy 1 × 1/2 hüvelykes fehér csík a test végén jelzi, hogy a bomba robbanóanyaggal van feltöltve
Teljes hossz	56 hüvelyk (1422 mm)
A bombatest hossza	Mk IV: 25,6 hüvelyk (650 mm) Mk V: 27,6 hüvelyk (701 mm)
A bombatest keresztmetszete	10,2 hüvelyk (259 mm)
Falvastagság	0,52 hüvelyk (~13 mm)
Teljes tömeg	230 font (104,3 kg)
Töltet/tömeg aránya	29%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952



2. ábra: 250 fontos brit GP-bomba (GP 250 lb, Mark IV–VI), az Mk VI verziója az Egyesült Államokban készült, és olyan gyújtószerkezeteket használtak hozzá, amelyeket az amerikaiak brit tervek alapján gyártottak
Forrás: U.S. Department of the Army 1952

¹² Megjegyzés: Az Mk V típusú bombát kifejezetten úgy alakították ki, hogy lehetővé tegye a meglévő No. 17 fenék-indítószerkezetek (hosszú késleltetésű) alkalmazását, mivel ezek méretük miatt nem voltak kompatibilisek az Mk IV bombatest kialakításával.

Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: csappantyú, gyutacs (ASA-keverék), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Átvivőtöltet összetétele: TNT, illetve C.E. hengerek.
- Robbanóanyag töltete: 30,7 kilogramm TNT vagy 30,4 kilogramm 60/40 arányban kevert amatol.¹³

500 fontos brit GP-bomba (GP 500 lb, Mark IV–VI)

4. táblázat: Az 500 fontos brit GP-bomba (GP 500 lb, Mark IV–VI) adatai

Cyújtószerkezetek	Megegyezik a 250 fontos Mk IV–VI változattal
Színjelölései	Színjelölésük megegyezik a 250 fontos Mk IV–VI változattal, csak az elhelyezkedésük került máshova
Teljes hossz	No. 2 típusú szárnyal: 70,6 hüvelyk (1793 mm) No. 26 típusú szárnyal: 55,6 hüvelyk (1412 mm)
A bombatest hossza	Mk IV: 37,2 hüvelyk (945 mm) Mk V: 36,4 hüvelyk (926 mm)
A bombatest keresztmetszete	12,9 hüvelyk (329 mm)
Falvastagság	0,72 hüvelyk (~18,3 mm)
Teljes tömeg	470 font (213,2 kg)
Töltet/tömeg aránya	31%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: csappantyú, gyutacs (ASA-keverék), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Átvivőtöltet összetétele:
- Mk IV esetén: TNT, illetve C.E. hengerek,
- Mk V esetén: egy központi csőben elhelyezett átvivőtöltet, szintén TNT és C.E. henger formában.
- Robbanóanyag-töltete: 65,45 kilogramm TNT vagy 64,9 kilogramm 60/40 arányban kevert amatol.¹⁴

¹³ U.S. Department of the Army 1952.

¹⁴ U.S. Department of the Army 1952.

1000 fontos brit GP-bomba (GP 1000 lb, Mark I–IV)

5. táblázat: Az 1000 fontos brit GP-bomba (GP 1000 lb, Mark I–IV) adatai

Gyújtószerkezetek	Mk I–II: No. 27, 42 vagy 44 orr-indítószervezet, No. 28, 30 vagy 37 fenék-indítószervezet Mk III–IV: No. 28, 30 vagy 37 fenék-indítószervezet
Színjelölései	Sötétzöld alapszín; 1/2 hüvelyk (12,7 mm) vörös sáv az orr-résztől 1 hüvelykre (25,4 mm), 1 hüvelyk (25,4 mm) világoszöld sáv 6 hüvelykre (152 mm) az orrtól. A robbanóanyaggal való feltöltöttséget fehér csik is jelezhetette.
Teljes hossz	No. 13 szárnyrésszel: 86,6 hüvelyk (2200 mm) No. 29 szárnyrésszel: 70,9 hüvelyk (1800 mm)
A bombatest hossza	52,5 hüvelyk (1334 mm)
A bombatest keresztmetszete	16,15 hüvelyk (410 mm)
Falvastagság	0,77 hüvelyk (19,5 mm)
Teljes tömeg	1072 font (485,3 kg, rövid szárnyal és amatollal töltve)
Töltet/tömeg aránya	33%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: csappantyú, gyutacs (ASA-keverék), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Átvivőtöltet összetétele: TNT és C.E. hengerek, viasszal töltött elválasztó alátét a gyújtó-szerkezet és az átvivőtöltet között.
- Robbanóanyag-töltete: 162,8 kg 60/40 arányban kevert amatol vagy 171,5 kg 60/40 arányban kevert RDX/TNT. A bomba mindkét végén ugyanaz a tömítő megoldás talál-ható, mint az 1900 fontos GP-bombánál.¹⁵

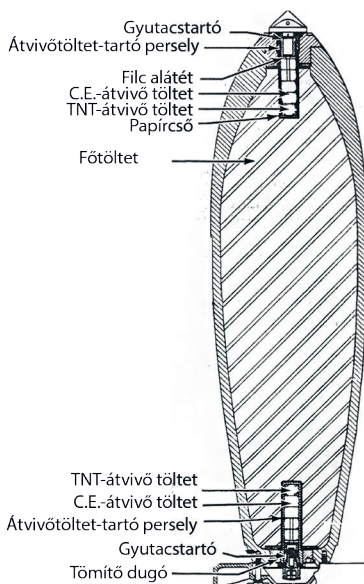
1900 fontos brit GP-bomba (GP 1900 lb, Mark I–II)

6. táblázat: Az 1900 fontos brit GP-bomba (GP 1900 lb, Mark I–II) adatai

Gyújtószerkezetek	No. 27, 42 vagy 44 orr-indítószervezet; No. 28, 30 vagy 37 fenék-indítószervezet
Színjelölései	Sötétzöld alapszín; 1/2 hüvelyk (12,7 mm) vörös sáv az orr-rész előtt 2 hüvelykkel (50,8 mm); 2 hüvelyk (50,8 mm) széles világoszöld sáv 11,25 hüvelykkel (285,75 mm) az orr-résztől.
Teljes hossz	98 hüvelyk (2490 mm)
A bombatest hossza	63,2 hüvelyk (1605 mm)
A bombatest keresztmetszete	18,7 hüvelyk (475 mm)
Falvastagság	1,15 hüvelyk (29,3 mm)
Teljes tömeg	1785 font (808,6 kg)
Töltet/tömeg aránya	26%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

¹⁵ U.S. Department of the Army 1952.



3. ábra: 1900 fontos brit GP-bomba (GP 1900 lb, Mark I-II)

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: csappantyú, gyutacs (ASA-keverék), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Átvivőtöltet összetétele: TNT és C.E. hengerek, viasszal töltött alátéttel a C.E. és a gyújtószerkezet tartója között.
- Robbanóanyag-töltete: 213,2 kg 60/40 arányban kevert amatol, az orr-részt egy úgynevezett *approved composition*¹⁶ alátéttel, valamint egy 1/2 hüvelyk (12,7 mm) vastag TNT-réteggel zárták le, amelybe egy filc alátét van belepréselve. A fenékrészen a lezárást egy 3/16 hüvelyk (4,8 mm) vastag TNT-réteg, egy alátét és egy keményített karton (*glazeboard*) alátét biztosítja. Az átvivőtölteteket papírcsövek védik, amelyek elválasztják őket a főtöltettől.¹⁷

¹⁶ *Approved composition*: a brit haderő által kifejlesztett tömítőanyag-keverék, amely a robbanóanyag-töltetet hivatott elzárni a nedvesedés ellen. A szakirodalomban a *composition pad* kifejezés is előfordul, amely azonban funkcióját tekintve nem tér el érdemben az *approved composition* megnevezéstől. Forrás: U.S. Department of the Army 1952.

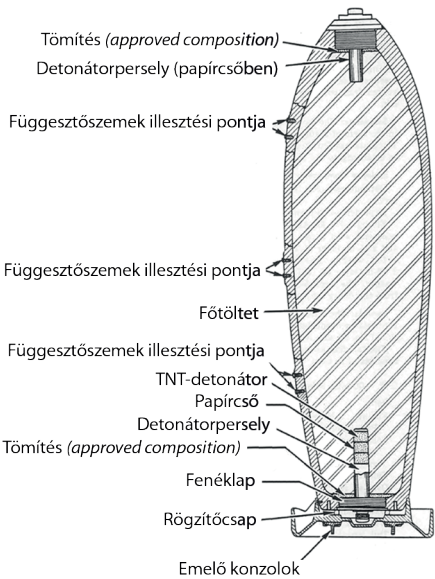
¹⁷ U.S. Department of the Army 1952.

4000 fontos brit GP-bomba (GP 4000 lb, Mark I-II)

7. táblázat: A 4000 fontos brit GP-bomba (GP 4000 lb, Mark I-II) adatai

Gyújtószerkezetek	Megegyezik az 1900 fontos Mk I-II bombákéval
Színjelölései	Színjelölésük megegyezik a 1900 fontos Mk I-II változattal, csak az elhelyezkedésük került máshova
Teljes hossz	106,5 hüvelyk (2705 mm)
A bombatest hossza	79,3 hüvelyk (2014 mm)
A bombatest keresztmetszete	24,5 hüvelyk (622 mm)
Falvastagság	1,35 hüvelyk (34 mm)
Teljes tömeg	3587 font (1627 kg)
Töltet/tömeg aránya	30%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952



4. ábra: 4000 fontos brit GP-bomba (GP 4000 lb, Mark I-II)

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

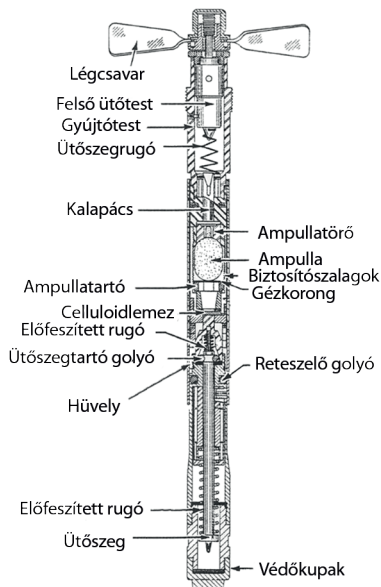
Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: csappantyú, gyutacs (ASA-keverék), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Átvivőtöltet összetétele: TNT és C.E. hengerek, külön papírcsőekben a főtöltettől elválasztva.

- Robbanóanyag-töltete: 485,6 kg 60/40 arányban kevert amatol vagy 461,7 kg 51/40/9 arányban kevert amatex.¹⁸ A töltetet mind az orr-, mind a fenékrészen *approved composition* tömítőanyag zárja le.¹⁹

Gyújtószerkezetek magas kockázati tényezővel

No. 17 fenék-indítószerkezet



5. ábra: No. 17 fenék-indítószerkezet

Forrás: U.S. Department of the Army 1952.

Bombákban alkalmazva: GP 250 lb Mk I, II, III és V, valamint GP 500 lb Mk I, II, III és V.

Az indítószerkezet három alapvető működési elvet alkalmaz: tehetetlenségi becsapódás, vegyi késleltetés és kiserelés elleni biztosítás. Főbb részei közé tartoznak a légcson, az ütőszeg-rögzítő golyók, a biztosítószalagok, a hüvely, az ütőszegkezet (ütőtest és ütőszeg), az ampulla és a reteszelő golyók. A gyújtószerkezetnek két ütőszega van: felső és alsó.

Működésének elve: becsapódáskor a tehetetlenség hatására a felső ütőtest lefelé mozdu, és egy törőelemet (kalapács) üt az ampullára, amely az üvegcső összetörésével felszabadítja az oldószert (jellemzően acetont). Ez az oldószert megkezdi a celluloid késleltető lap oldását, amely előre meghatározott időtartam (akár órákban mérhető késleltetés) után felpuhul vagy feloldódik.

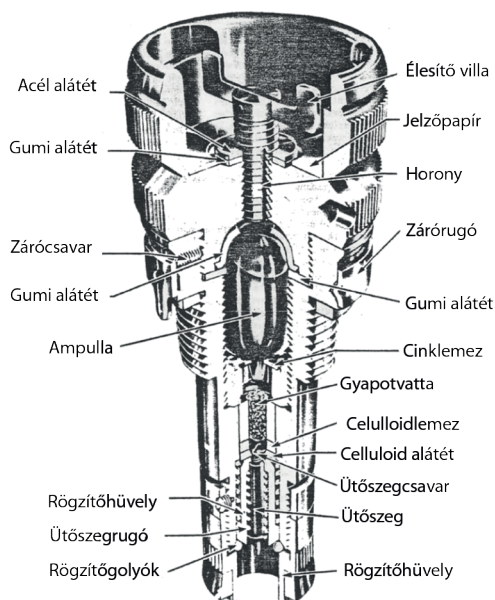
¹⁸ Amatex: 51% ammónium-nitrát, 40% TNT és 9% RDX keveréke.

¹⁹ U.S. Department of the Army 1952.

Kiszerezés elleni védelem: ha megpróbálnák eltávolítani a gyújtószerkezetet, a reteszelő golyók a rugóik által a horony szűk része és a persely közé szorulnak, amivel csak szorosabbá tenné a gyújtószerkezet alsó részének kötését. Ennek eredményeként a gyújtószerkezet felső része kicsavarodna, és az ütőszeg feszített rugójának kioldó csészéje elmozdulna az ütőszegrögzítő golyóitól. Amikor a golyók elhagyják az ütőszegrúdon lévő hornyot, az előfeszített ütőszeg azonnal a csappantyúra csapna, a bomba felrobban. A kiszerezés elleni biztosítás elműködtetéséhez körülbelül egy-két fordulatra van szükség.²⁰

Kockázati tényező: a celluloid oldódásának idejét szinte lehetetlen megsaccolni, így megközelítése rendkívül veszélyes. A kiserelés elleni biztosítás miatt a hatástalanítási módszerek redukálódtak. A lehetséges megoldást 30 perc alatt kell megtalálni, hiszen az egy olyan idő, ami alatt még nem tud működésbe lépni a bomba. Ennyi idő alatt kell kockázatot elemezni, a kiüritést megszervezni, felkészülni és végrehajtani a hatástalanítást.

No. 37 fenék-indítószerkezet



6. ábra: No. 37 (Mk V) fenék-indítószerkezet

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

Bombákban alkalmazva: GP 250 lb és 500 lb Mk I, II, IV és GP 1000 lb, 1900 lb és 4000 lb.

²⁰ U.S. Department of the Army 1952.

Működését tekintve hasonló a No. 17 fenékgyújtóhoz, a különbség a celluloidgyűrűk oldódásának ideje, ami terjedhet 6 órától 144 óráig. Az Mk I és II verziót hamar kivonták a rendszerből, ezek még nem rendelkeztek kiserelés elleni biztosítással, illetve az Mk IV**, V* és VI sem. Az Mk III és IV már rendelkezett ezzel a képességgel, de az Mk III balmenetes volt, az Mk IV pedig jobbmenetes. Ez a két különbség alapján véve növelte a hatástalanításának kockázatát, hiszen külsőre alig lehet megkülönböztetni, illetve az Mk IV* és V verzióval szemben az Mk IV-ben nincs fehér itatópapír, amely mutatta, ha az ampulla megtört.²¹

Célba juttatásuk módszerei

A II. világháború és az azt követő időszak során a GP-bombák célba juttatási módszerei a hadászati és taktikai bombázók fejlődésével párhuzamosan változtak. A terepviszonyoktól és a taktikai lehetőségektől függően, különböző magasságokból kellett vetni, eltérő időzítéssel/késleltetéssel, hogy a lehető legkevesebb idő alatt a legtöbb célt el tudják pusztítani.²² Ezek a módszerek:

1. *Nagy magasságú, gravitációs bombázás.* A brit GP-bombák többségét nagy magasságból, gravitációs bombázással vetették be, amihez tapasztalt bombázótisztekre és saját fejlesztésű optikai célzórendszerre (Mark XIV) volt szükség.
2. *Alacsony magasságú bombázás.* Az alacsony magasságból történő bombázások során a GP 250, 500 és 1000 lb bombák kiválóan alkalmazhatók voltak speciális tervezésüknek köszönhetően. Ezek a bombák vastag bombatesttel és késleltetett gyújtószerkezettel rendelkeztek, ami lehetővé tette, hogy a repülőgép biztonságosan eltávolodjon a detonáció helyétől. A bombák stabilitását és irányíthatóságát tovább javították az erre célra kifejlesztett stabilizátorszárnyak. Az alacsony magasságból végrehajtott támadások célja az volt, hogy meglepjék az ellenséges légvédelmet, amely gyakran magas repülési magasságra koncentrált. A késleltetett működés különösen fontos szerepet játszott, mivel a közvetlen becsapódásos robbanás nemcsak az ellenséget, hanem a bombát ledobó repülőgépet is veszélyeztette volna. Ez a kombináció hatékonyabbá tette a bombázásokat az ellenséges védelmi rendszerek kijátszásában és a támadások pontosságának növelésében.
3. *Késleltetett bombázás (csúsztatás).* A csúsztatásos módszert elsősorban városi célpontok ellen alkalmazták, mivel így a bombák nem az épületek tetején robbantak fel, ahol kisebb kárt okoztak volna. Ehelyett a késleltető működés segítségével a bombák képesek voltak behatolni az épületek belsejébe, jelentős szerkezeti károkat okozva, így hatékonyabban pusztítva a célpontokat.²³

²¹ U.S. Department of the Army 1952.

²² CSURGÓ–DARUKA 2017: 45–49.

²³ GANN 1992.

A GP-bombák stratégiai fontossága

Kölni bombázás, 1942

A kölni bombázás 1942. május 30-án a brit RAF egyik legnagyobb és legpusztítóbb támadása volt a II. világháború alatt. A támadás során a brit bombázók elsősorban 250 és 500 fontos GP-bombákat használtak. A cél a város ipari központjainak, közlekedési csomópontjainak és katonai célpontjainak megsemmisítése volt azért, hogy megszakítsák vagy legyengítsék a német háborús ipar termelését. A bombák jelentős károkat okoztak, több ezer épület megsemmisült, és hatalmas tűzvészek törtek ki, ami tovább fokozta a pusztítást. A célzottan alkalmazott késleltetett robbanású GP-bombák segítségével a támadás sikeresen áttörte a város védelmét, és jelentős strukturális károkat okozott a város belsejében. A bombázás stratégiai jelentősége abban rejlett, hogy súlyosan károsította Köln ipari kapacitását, és hozzájárult a németek erőforrásainak csökkentéséhez, miközben a légvédelem és a német válaszreakciók is megterhelődtek. Noha az emberi és anyagi veszteségek jelentősek voltak, a kölni bombázás a brit stratégiai légi háború egyik kulcsfontosságú akciója volt.²⁴

Peenemündei bombázás, 1943

A peenemündei bombázás 1943. augusztus 17-én kezdődött, amikor a brit légierő támadást indított a németországi Peenemünde ellen, amely a V1 és V2 rakéták fejlesztésének központja volt. A támadás célja a németek rakéta programjának megsemmisítése volt, mivel a V2 rakéta kulcsfontosságú szerepet játszott a náci háborús gépezet fejlesztésében. A bombázás következtében a peenemündei kutatóközpont jelentős károkat szenvedett, és sok rakétafejlesztő is életét veszítette. A támadás fontos mérföldkő volt a II. világháború során a szövetségesek által alkalmazott „precíziós” légitámadások terén, de a németek végül képesek voltak folytatni rakéta programjukat, amit később a V2 rakéták harctéri bevetése is bizonyított.²⁵

Drezdai bombázás, 1945

A drezdai bombázásra 1945. február 13–15. között került sor, amikor a Brit Királyi Légierő és az amerikai 8. légi hadsereg egymást követő hullámokban hajtott végre nagyszabású légitámadást a német birodalom egyik kulturálisan és iparilag is jelentős városa ellen. A hadművelet célja Drezda vasúti közlekedési csomópontjának, valamint hadiipari létesítményeinek megsemmisítése volt. A támadás során különböző típusú általános célú (GP-) bombákat, köztük 250 és 500 fontos bombákat, valamint magas hatóerejű romboló- és gyújtóbombákat vetettek be. A bombák hatalmas tüzeket idéztek elő, amelyek gyorsan tűzviharrá alakultak, és a város jelentős részét elpusztították. A bombázás következtében több ezer civil (nagyjából 22 700 és 25 000 fő között) veszítette életét, a pusztítás mértéke pedig komoly vitákat

²⁴ TAYLOR 2006.

²⁵ Peenemünde Raid – 80 Years On 2023.

váltott ki a háború utólagos értékelésében. Sokan aránytalanul pusztítónak ítélték a bevetést, különösen annak fényében, hogy Drezda katonai jelentősége a háború végső szakaszában már csökkenőben volt.²⁶

Kiemelt robbanóanyag-típusok a II. világháborús, brit GP-bombákban

ASA-keverék

Történelmileg a gyutacsok elsődleges robbanóanyaga a higany-fulminát volt,²⁷ amelyet később egy biztonságosabb keverék, az úgynevezett ASA váltott fel. Ez a keverék általában 70 tömegszázalék ólom-azidot (*lead azide*), 30 tömegszázalék ólom-sztifnátot (*lead styphnate*), valamint a keverék teljes tömegének mintegy 2,5%-át kitevő finomszemcsés alumíniumport tartalmaz. Az ASA kevésbé érzékeny sűrűlódásra és ütésre, mint a higany-fulminát, ugyanakkor az ólom-azidnak köszönhetően nagy detonációs energiát biztosít.

Fontos azonban megemlíteni, hogy az ólom-azid rendkívül érzékeny a kristályszerkezetéből fakadóan, és hidrolízis²⁸ során mérgező hidrazinsavat²⁹ képezhet. Emellett ha rézzel vagy más fémekkel kerül érintkezésbe, rendkívül instabil és érzékeny fém-azid-vegyületek alakulhatnak ki, amelyek potenciálisan súlyos baleseteket okozhatnak.

Az ASA-keverék több mint 70 éve alkalmazott primer robbanóanyag, amely széles körben elterjedt a gyújtószerkezetekben. Noha biztonságosabb, mint a korábban használt higany-fulminát, az ASA továbbra is érzékeny a mechanikai behatásokra, például sűrűlódásra, ütésre és statikus elektromosságra. A gyártási folyamat során a legtöbb baleset az ASA, az ólom-azid vagy az ólom-sztifnát kezeléséhez és szárításához kapcsolódik.

Az alternatívák közé tartozik az ezüst-azid is, amely azonban még az ólom-azidnál is érzékenyebb a sűrűlódásra. Egy ideális elsődleges robbanóanyagnak elegendő érzékenységgel kell rendelkeznie a detonátor indításához, ugyanakkor biztonságosnak kell lennie a gyártás, kezelés és szárítás során. Ez az ellentmondásos követelmény komoly kihívást jelent az alternatív anyagok fejlesztésében.

A gyújtószerkezet működésének lényege, hogy a gyújtó vagy biztosítószerkezet által keltett hő vagy fény indítja be az elsődleges robbanóanyagot, amely először lassú égéssel (deflagrációval), majd robbanással (detonációval) aktiválja az alaptöltetet. Az alternatív robbanóanyagok közül kísérleteztek többek között KBG-vel, diamino-hexaazido-ciklotetrafoszfazénnel,

²⁶ USAF Historical Division – Research Studies Institute 1945.

²⁷ WISNIAK 2012.

²⁸ Hidrolízis: kémiai folyamat, amely során egy vegyület reagál a vízzel, és közben új vegyületek keletkeznek. Ez a reakció általában a vízmolekula felhasadásával jár, amelynek során a hidrogénion (H^+) és a hidroxidion (OH^-) részt vesz az átalakulásban. Az ilyen reakciók során keletkező melléktermékek – például savak vagy lúgok – sokszor korrózióvak és veszélyesek lehetnek. Ezért fontos a reakciók ellenőrzése, különösen ipari vagy katonai környezetben. The Editors of Encyclopaedia Britannica 2024.

²⁹ Hidrazinsav (HN_3): rendkívül instabil, mérgező és robbanásveszélyes szervesetlen vegyület, amely színtelen, illékony folyadékként létezik. Főként az azidvegyületek, például a nátrium-azid előállításában használják, de kezelése nagy óvatosságot igényel a robbanásveszély és a toxicitás miatt. LIEBMAN et al. 2003.

DDNP-vel, ólom-azid és ólom-sztfínát koprecipitátumával, kálium-pikrát és kálium-klorát keverékével, valamint kadmium-karbohidrazid-perkloráttal. Habár néhány alternatíva kereskedelmi forgalomban is elérhető, ezek gyakran költségesek, vagy az ASA-felhasználók által alkalmazott eszközök és gyújtószerkezetek átalakítását igénylik.³⁰

C.E. (*composition exploding*³¹ vagy *compound exploding*³²) robbanóanyag, azaz tetril (*tetryl*)

A C.E. rövidítés jelentését kevés forrás tárgyalja egyértelműen, ezért többféle – részben téves – értelmezés is elterjedt, például a *compressed explosive* vagy a *cylindrical explosive* kifejezések. Az előbbi elnevezés valószínűleg a tetril préselési eljárására utal,³³ amely a detonációs sebesség növelése és a standard méretű töltetek előállítása érdekében volt szükséges. Az utóbbi értelmezés pedig a robbanótöltet alakjára vezethető vissza, mivel az átvivőtöltetet egy hengeres perselyben helyezték el, így a tetriltöltetet is ennek megfelelően kellett kialakítani.

A tetril (kémiai nevén N-metil-2,4,6-trinitroanilin, más néven 2,4,6-trinitrofenil-N-metil-nitramin) története a 19. század végére nyúlik vissza, amikor először sikerült előállítani ezt a sárga színű, kristályos, erősen brizáns robbanóanyagot. Habár a 19. század végi felfedezése után kezdetben csak laboratóriumi szinten vizsgálták, ipari alkalmazása az I. világháború idején indult meg, mivel kiváló detonációs tulajdonságai és viszonylag jó stabilitása miatt ideálissá vált primer és szekunder robbanóanyagként való felhasználásra. A tetrilt elsősorban gyújtószerkezetekben, detonátorokban és átvivőtöltetekben használták, mivel képes volt megbízhatóan továbbítani a gyutacs által generált lökeshullámot a fő robbanóanyag-töltethez. A II. világháború során alkalmazása különösen elterjedtté vált, és a brit haderő is széles körben használta, főként GP-bombákban. Ezekben a bombákban a tetril átvivőtöltetként funkcionált, jellemzően TNT vagy amatol főtöltet és mechanikus (pillanatcsapódó, tehetetlenségi csapódó), illetve időzített vagy késleltetett gyújtószerkezetek mellett. A brit forrásokban a tetrilt gyakran C.E. (*composition exploding*) megjelöléssel illették, ami sajátos brit haditechnikai terminológia volt a robbanóanyag ezen típusára.

A háborút követően a tetril gyártása és katonai alkalmazása folytatódott, különösen az Egyesült Államokban, ahol jelentős mennyiségű készletet halmoztak fel. Azonban a tetril érzékenysége mechanikai behatásokra, valamint toxikológiai kockázatai – például a bőr- és légúti irritáció³⁴ – idővel előtérbe kerültek, és a robbanóanyag-technológia fejlődésével korszerűbb, biztonságosabb alternatívák (például RDX, HMX, PBX típusú robbanóanyagok) váltották fel. Az 1970-es évektől kezdve a legtöbb országban, így az Egyesült Királyságban és az USA-ban is, fokozatosan leállították a tetril gyártását, és megkezdődött a meglévő készletek kivonása, illetve megsemmisítése. Az USA Védelmi Minisztériuma például még a 2000-es évek elején is tetrilkészletek megsemmisítésével foglalkozott. Az USA-ban és nyugati országokban a tetril

³⁰ GUPTA–SRINIVASA 2014.

³¹ AGRAWAL 2010.

³² YINON 1990.

³³ PANICH et al. 2020.

³⁴ Agency for Toxic Substances and Disease Registry 1995.

mára már kizárólag történelmi jelentőséggel bír, és alkalmazása szigorúan korlátozott a robbanóanyag-biztonsági előírások miatt.³⁵

Amatex

Az amatex a II. világháború során kifejlesztett kevert robbanóanyag, amelyet az Egyesült Államokban hoztak létre azzal a céllal, hogy költséghatékony, ugyanakkor nagy robbanóerejű alternatívát kínáljon a tiszta TNT vagy RDX helyett. Nevét összetevőiről kapta: ammónium-nitrát, TNT és RDX. A szabványos összetétel a szakirodalom szerint 51% ammónium-nitrát, 40% TNT és 9% RDX.³⁶ Ez a kombináció ötvözte az ammónium-nitrát gazdaságosságát, a TNT jó önthetőségét és stabilitását, valamint az RDX nagy detonációs energiáját. Az amatex alkalmazása korlátozott mértékben a brit haderőnél is megjelent, különösen az amerikai szállítmányok és közös fejlesztések révén.

Noha az amatex nem vált a brit bombák elsődleges töltetévé – a britek továbbra is jellemzően TNT-t és amatolt alkalmaztak –, jelenléte a szabványosított amerikai bombatípusok révén dokumentált és hadrendbe állított volt. Az anyag háború utáni használata fokozatosan visszaszorult, részben heterogén összetétele és hosszú távú stabilitási problémái miatt. Az 1950-es évektől kezdve modern robbanóanyag-keverékek, például a Composit B vagy a PBX típusú anyagok kiszorították az amatextet a gyakorlatból. Gyártása megszűnt, és ma már csak történelmi jelentőségű.³⁷

Összegzés

Véleményem szerint a brit GP-bombák mélyreható ismerete jelentős mértékben hozzájárulhat a tüzserész munkához szükséges alapvető tudás és készségek bővítéséhez. A robbanóanyagok kémiai összetételének, fizikai hatásmechanizmusainak, valamint az ezekhez kapcsolódó biztonsági és egészségügyi előírásoknak az elsajátítása alapvető fontosságú a szakmában. Ugyanakkor kiemelt figyelmet érdemel a hadiipari alkalmazási területek tanulmányozása is, hiszen a robbanóanyagok egyik legjelentősebb felhasználási területe a katonai hadviselés.

A bombák mint a háborús robbantások legismertebb eszközei nemcsak technikai, hanem stratégiai szempontból is központi szerepet játszanak. Tudományos munkám fókuszában a brit GP-bombák állnak, különös tekintettel azok pusztító hatására, stratégiai jelentőségére, valamint a tüzserész szakma szempontjából releváns gyújtószerkezetekre – ideértve a kiszerelés ellen biztosított és ampullás gyújtószerkezeteket.

A robbanóanyagok és robbanóanyag-keverékek fejlődéstörténetében számos tényező játszott kulcsszerepet. Ilyenek például a költséghatékonyság és az előállítási idő optimalizálása, a tudományos és mérnöki szakértelem alkalmazása, a mérgező anyagok koncentrációjának

³⁵ U.S. Department of the Army 1952.

³⁶ KUMAR–ELIAS 2019.

³⁷ Air Ministry 1944.

csökkentését célzó technológiai megoldások, valamint a pusztító hatás maximalizálására irányuló tervezési szempontok. Ezek a tényezők jelentős mértékben alakították a bombák fejlődését és alkalmazását, különösen a brit GP-bombák esetében.

Felhasznált irodalom

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1995): *Toxicological Profile for Tetryl (TP-80)*. Online: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp80.pdf>
- AGRAWAL, Jai Pralash (2010): *High Energy Materials. Propellants, Explosives and Pyrotechnics*. Weinheim: Wiley-VCH. Online: <https://doi.org/10.1002/9783527628803>
- Air Ministry (1944): *Air Publication 1661B, Volume I: Bombs*. London: His Majesty's Stationery Office. Online: <https://archive.org/details/AP1661BVol1Bombs>
- CSURGÓ, Attila – DARUKA, Norbert (2017): Military Explosive Ordnance – The Bomb. In BEŇOVSKÝ, M. (szerk.): *Trhacia Technika 2017. Zborník prednášok z 29. medzinárodnej konferencie na počesť 390. výročia prvého použitia výbušnín na svete v podzemí*. Banská Bystrica: [k. n.], 44–55.
- DARUKA Norbert (2014): Robbanótestek I. – Amit a bombákról tudni érdemes. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24(4), 68–82. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2298/1565>
- GANN, Timothy D. (1992): *Fifth Air Force Light and Medium Bomber Operations During 1942 and 1943. Building Doctrine and Forces That Triumphed in the Battle of the Bismarck Sea and the Wewak Raid*. School of Advanced Airpower Studies, Air University. Online: https://media.defense.gov/2017/Dec/29/2001861960/-1/-1/0/T_GANN_FIFTH_AIR_FORCE.PDF
- GUPTA, A. N. – SRINIVASA RAO, N. V. (2014): *A Safer and Green Detonator with NHN Substituting ASA*. Premier Explosives Limited, Andhra Pradesh, India.
- Joint Publication 3-60. *Joint Targeting*. 2013. január 31. Online: https://www.justsecurity.org/wp-content/uploads/2015/06/Joint_Chiefs-Joint_Targeting_20130131.pdf
- KUMAR, Dheeraj – ELIAS, Anil J. (2019): The Explosive Chemistry of Nitrogen. *Resonance*, 24, 1253–1271. Online: <https://doi.org/10.1007/s12045-019-0893-2>
- LIEBMAN, Joel F. et al. (2003): Inorganic Exotic Molecules. In *Encyclopedia of Physical Science and Technology*. Academic Press, 817–838. Online: <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00343-4>
- PANICH, A. M. et al. (2020): Detonation Nanodiamonds Fabricated from Tetryl: Synthesis, NMR, EPR and XRD Study. *Diamond and Related Materials*, 108, 107918. Online: <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2020.107918>
- Peenemünde Raid – 80 Years On. *Royal Air Force Benevolent Fund*, 2023. augusztus 16. Online: <https://www.rafbf.org/news-and-stories/raf-history/peenemunde-raid-80-years>
- TAYLOR, Eric (2006): *Operation Millennium: Bomber Harris's Raid on Cologne, May 1942*. Oxford: ISIS.
- USAF Historical Division – Research Studies Institute (1945): Historical Analysis of the 14–15 February 1945 Bombings of Dresden. Research Studies Institute. Online: <https://media.defense.gov/2011/Feb/08/2001329907/-1/-1/0/Bombings%20of%20Dresden.pdf>
- U.S. Department of the Army (1952): *TM 9-1985-1: British Explosive Ordnance*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- U.S. Department of the Army (1955): *The Ordnance Department: Planning Munitions for War*. Washington, D.C.: Office of the Chief of Military History.
- WISNIAK, Jamie (2012): Edward Charles Howard. Explosives, Meteorites, and Sugar. *Educación Química*, 23(2), 230–239. Online: [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30114-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30114-3)
- YINON, Jehuda (1990): *Toxicity and Metabolism of Explosives*. Boca Raton: CRC Press. Online: <https://doi.org/10.1201/9781439805299>

Koch Norbert,¹  Bagi Szilárd² 

A folyami aknamentesítő képesség és a kritikusinfrastruktúra-védelmi képesség fejlesztésének lehetséges irányai

Possible Directions for the Development of River Mine Clearance Capabilities and Critical Infrastructure Protection Capabilities

A 2022-ben kitört orosz–ukrán konfliktus új irányt adott az egész világnak és konkrétan Európának is. Az eddig elképzelhetetlen háború karnyújtásnyira került hozzánk. Az azóta eltelt idő azt tükrözi, hogy egy új hidegháború van kibontakozóban. Változik az eddig ismert status quo. Katonai erejének fejlesztését Magyarország ugyan idejében elkezdte, de a teljes megújulás hosszú és fáradtságos folyamat. Ahhoz, hogy egy több fronton is ütőképes honvédség alakuljon ki, a leggyengébb láncszemeknek is erősnek kell lenniük. Mivel Magyarország vizekben gazdag ország, és két jelentős folyam is átszeli, nem maradhat védtelenül a vízről sem. A folyamőrség vagy más néven hadihajós alosztály már hosszú évtizedek óta jelen van az országban, és elsődleges feladata a hazai folyamok, folyók, összefüggő vízterületek aknamentesítése. A II. világháború után nem maradtak vizeinkben összefüggő vízi aknamezők, de a jelenlegi helyzetben senki sem tudja garantálni, hogy ez így is marad.

Kulcsszavak: folyamőri tevékenység, fejlesztés, modernizáció, aknamentesítés, folyami aknaharc

The conflict that broke out in 2022 gave a new direction to the entire world and Europe in particular. A previously unimaginable war has come within our reach. The time that has passed since then reflects that a new Cold War is unfolding. The status quo as we have known it is changing.

¹ Kiképzési főnök, e-mail: koch.norbert@mil.hu

² Főnök, MH Haderőtervezési Főnökség, e-mail: bagi.szilard@hm.gov.hu

Hungary has begun to develop its military strength in time, but full renewal is a long and arduous process. In order to develop a defence force that can strike on several fronts, the weakest links must be strong. Since Hungary is a water-rich country with two major rivers, it cannot be left unprotected from the water either. The river guard, also known as the warship subdivision, has been present in the country for many decades and its primary task is to demine the water areas connected to domestic rivers and streams. After World War II, there were no contiguous minefields left in our waters, but in the current situation, no one can guarantee that this will remain the case.

Keywords: riverine guard activities, development, demining, riverine mine warfare

Bevezetés

Európa – és azon belül is Magyarország – az utóbbi tíz évben számos olyan biztonsági kockázattal találta szembe magát, amelyek húsz-harminc évvel ezelőtt még nem mutatkoztak. A gazdasági válságok, a pandémia és az illegális migráció mind afelé terelte a döntéshozókat, hogy olyan, reagálni tudó, különleges képességekkel rendelkező szervezeteket hozzanak létre és működtessenek, amelyek képesek a nem hagyományos fenyegetések között is szavatolni a biztonságot. A 2022-ben kitört orosz–ukrán konfliktus pedig egészen eklatáns példája annak, hogy milyen gyorsan változhat meg egy régió biztonsági helyzete. Minden jel arra utal, hogy a jelenlegi civilizációnk újra a blokkosodás felé vette az irányt. A különböző látásmódok élesen ütköznek több kérdésben is. Bizonyos csoportok egészen más véleményen vannak, sok esetben fegyveres konfliktusban öltenek testet az ellentétes nézetek és célok. Ám ebben a kiszámíthatatlanul változó világban is, a Magyar Honvédség (MH) elsődleges feladata az ország szuverenitásának és határainak védelme, az állampolgárok biztonságának szavatolása. Ezen feladat azonban csak akkor végezhető el kellő alapossággal, ha a környezetünket, az azt befolyásoló tényezőket ismerjük, folyamatosan elemezzük, és a szükséges válaszlépéseket idejében megtesszük. Ebből kiindulva minden katonai vezető számára elsődleges feladat az általa irányított terület trendjeinek ismerete, fejlesztési lehetőségeinek azonosítása, ezen információk eljuttatása a megfelelő szintekre.

A Magyar Honvédség 1. Tűzszerész és Folyamőr Ezredénél (MH 1. tűzsz. és főő. e.) sincs ez másként. Alakulatunk két szakterülettel foglalkozik, amelyek szorosan összekapcsolódnak. Jelen cikk a folyamőr-tevékenységgel összefüggő modernizációról fog szólni. A bevezetésben már említettük, hogy sajnos testközelből lehetünk tanúi az utóbbi idők egyik legvéresebb összecsapásának. Cikkünk témájának is ez adja az egyik aktualitását. Annak érdekében, hogy a mostani viszonyokat jobban megérthessük, tegyünk egy rövid kitérőt a múltba, és pillant-sunk bele, hogyan alakult a folyami aknaharc és aknamentesítés hazánkban.

A folyami aknaharc és aknamentesítés rövid áttekintése a II. világháború után

Ha folyami aknaharcról kívánunk beszélni, akkor kézenfekvő, hogy ezt térben és időben is elhelyezzük. Esetünkben ez nem jelenthet mást, mint a Dunát, amely 2860 kilométer hossz-szan kanyarog végig Európán. Ez a kontinens második leghosszabb folyója, az egész emberi történelem során stratégiai fontossággal bírt és bír napjainkban is. Annak idején nehezen leküzdhető akadályként szabott gátat az átkelő csapatok előtt, vagy éppenséggel a szállítást segítette elő, de fontos települések is kialakultak partjai mentén. Napjainkban ez utóbbi két funkció az, ami igazán domináns maradt. Ha a folyók szállítási funkcióját vizsgáljuk a közúti fuvarozással szemben, akkor az állapítható meg, hogy a nagy tömegű és kiterjedésű anyagok leginkább költségkímélő szállítása még mindig vízi úton valósul meg. Nem volt ez másként a II. világháborúban sem. Hamar felismerték ennek az utánpótlási útvonalnak a stratégiai fontosságát, és el is kezdték az ellentevékenységet. A magyar hajózás történetének szakavatott tudója, Csonkaréti Károly *Hadihajók a Dunán* című könyve³ szerint 1944 áprilisában az angol és az amerikai légierő kezdte meg a Duna aknásítását Magyarországon, ekkor körülbelül 1000 akna kerülhetett a folyóba. Ezeknek a szerkezeteknek a 60–70%-a a hajózható utak közvetlen közelébe került, ezzel akadályozva a német csapatok ellátását. Csapody Tamás *A második világháborús aknamezők és azok mentesítése (1943–1986)*⁴ című tanulmányában körülbelül 200 darab német és magyar úszóeszközt említ, amely a fentebb említett akna működése miatt került hullámsírba. Kisvíznél Városszabadi magasságában még ma is felbukkan egy hajóroncs, amelyet több forrás is említ, de egyértelműen nem beazonosítható, hogy szovjet vagy német hajóról van-e szó.⁵ Nem csak a szövetséges hatalmak szórták tele a Dunát aknákkal. Vannak információk arról, hogy a visszavonuló német hadsereg is hozott létre önálló folyamzárakat és telepített aknákat abból a célból, hogy megakadályozza az orosz előretörést.

A dunai aknamentesítést a II. világháború alatt a német haditengerészet kezdte el.⁶ Kezdetben ballonzárakkal igyekeztek védekezni, de ez nem járt számottevő sikerrel. Ezt követően új módszert próbáltak ki, amely során egy, a folyó fölött járőröző, elektromos robbantókészülékkel felszerelt – azokat a vízfelszín fölé leelőgató – repülőgép segítségével mentesítették az aknákat, ám amikor a robbanásakor felcsapódó vízoszlop miatt egy gép a Dunába zuhant, az eljárást beszüntették. Annak ellenére, hogy a németek ugyanabba a katonai tömbbe tartoztak, mint a magyarok, nem osztották meg tudásukat az aknamentesítéssel kapcsolatban, ehelyett a hazai honvédekből szervezett aknafigyelő szolgálat létrehozásával próbálták meg veszteségeiket csökkenteni. Az aknamentesítést ezen csapatok jelzései alapján német demagnetizált hajók végezték indukciós aknakereső-robbantó készülékeikkel. Mivel a németek tevékenysége csak a hajózási útvonalak megtisztítására korlátozódott, a későbbiekben jelentős és veszélyes munka hárult a magyar hadihajós és tüzserész katonákra is.

³ CSONKARÉTI 1980: 256.

⁴ CSAPODY 2000.

⁵ Kísérteties fotók! Ismét előkerült a titokzatos dunai szellemhajó 2022.

⁶ CSONKARÉTI 1980: 257.

A háború után a szovjet dunai flottilla folytatta a mentesítő munkálatokat, de a magyar katonákat még mindig csak aknafigyelésre használták, pedig ekkor már több magyar tisztnek is volt tapasztalata ezekkel a veszélyes szerkezetekkel kapcsolatban.⁷ Ilyen tiszt volt többek közt Bognár Jenő mk. százados, aki addigra több cikket is írt a *Honvéd*⁸ című katonai folyóiratba az aknamentesítő eljárásokról. A szovjetek 1947-től vonták be a magyarokat is a munkába, Budapest környékét tisztították meg fából készült hajókkal. De mivel nem rendelkeztek kellő információval és technológiával, a teljes mentesítést nem tudták végrehajtani. 1951. június 22-én a Dömös személygőzös a fajszi hajóállomás felett futott aknára.⁹ Ez az eset is bizonyítja, hogy az aknamentesítési feladat roppant bonyolult, és nehezen lehet megbizonyosodni arról, hogy az összes robbanószerkezetet sikerült-e felderíteni és megsemmisíteni. Még ma is minden évben előfordul, hogy mederkotrás vagy hídfelújítási munkálatok során valamilyen robbanóeszköz kerül elő. Legutóbb 2024 decemberében a budapesti Petrol-öbölben, az egyik legnagyobb dunai ipari kikötőben kotrás közben bukkant fel egy GP-2000 típusú, amerikai rombolóbomba, amelyet az MH 1. tüzsz. és foő. e. katonái sikeresen hatástalanítottak, majd elszállítottak a helyszínről.¹⁰ Visszatulva a cikk legelejére, ahol a speciális képességű szervezetekről volt szó, elkerülhetetlen nyomatékosítani, mennyire fontos egy állam számára, hogy minden esetben képes legyen a megfelelő válaszreakciót életbe léptetni és a veszélyek elhárításával vagy események kezelésével rezilienciáját fenntartani.

Vízrendszerekkel kapcsolatos fenyegetettség napjainkban

Miután megismerkedtünk a folyami aknák és aknazárak, egyéb világháborús eszközök múltbeli, de mai napig tartó veszélyeivel, rátérhetünk a jelenre, amely a 2022-ben eszkalálódott orosz–ukrán fegyveres konfliktus tükrében még inkább cselekvésre ösztönözheti a védelmi tervezéssel, védelmi iparral foglalkozó szakembereket. Ez az esemény rávilágított arra, hogy a vízi és azon belül a folyami hadviselés nem szűnt meg, igenis létezik, és komoly pusztító potenciál lakozik benne. Elég csak a Moszkva nevű, az orosz flotta zászlóshajójának számító cirkáló elsüllyesztésére visszaemlékezni. Ez a veszteség stratégiai és morális jelentőséggel is bírt az oroszok számára, megsemmisülése komoly presztízsveszteség is egyben. De a másik oldalról is van példa. 2023. június 6-án az oroszok a Dnyeper folyó felső szakaszán fekvő Nova Kakhovka-i vízerőmű gátjának felrobbantásával okoztak humanitárius és ökológiai katasztrófát (1. ábra). Körülbelül nyolcvan települést és több tízezer embert sodortak veszélybe egyetlen jól irányzott és valószínűleg nem nagy erőforrásokat igénylő akcióval.¹¹

⁷ CSONKARÉTI 1980: 257.

⁸ BOGNÁR 1948: 31–34; 1950: 44–49.

⁹ GYÖRGY 2017.

¹⁰ Lásd: <https://hirado.hu/belfold/cikk/2024/12/20/hatastalanitottak-a-csepelen-talalt-vilaghaborus-bombat-a-tuzszerezsek>

¹¹ NÉMETH–SZALAI 2023.



1. ábra: A Nova Kakhovka-i erőmű

Forrás: YERUSHALMY 2023

Amennyiben hazai vonatkozású példával szeretnénk élni, akkor pedig az Északi Áramlat földgázvezeték ellen elkövetett szabotázsakciót kell megemlíteni. Ez az esemény Magyarország energiabiztonságát már közvetlenül is negatívan érintette. A felelősök megtalálása és nyilvánosságra hozatala még mindig várat magára. Az interneten számos ehhez hasonló akció megtalálható, de talán ennyi is elég ahhoz, hogy belássuk, a vízrendszerek védelme mind a mai napig elengedhetetlen, sőt, egyre fontosabb. Ennek a cikknek most nem témája, de azt se felejtjük el, hogy a víz a földi élet alapja. A földi vízkészlet körülbelül 1,4 milliárd km³, de ennek csak 3%-a édesvíz, amelynek 80%-a a sarkköri jégtakarót alkotja, így jelenleg nem elérhető. Mindezt figyelembe véve a föld teljes vízkészletének csupán 0,5%-a alkalmas emberi fogyasztásra.¹² Az összes neves biztonsági szakértő szerint a jövő nagy háborúi az édesvízi készletek birtoklásáért fognak kitörni. Itt érkeztünk el ahhoz a részhez, amikor a fennálló kockázatok beazonosítása után a szükséges válaszlépések megtétele következik. Tisztázni kell ugyanakkor azt is, hogy rendelkezünk-e ehhez megfelelő erőforrásokkal, humán és technikai oldalról egyaránt. Ha a válasz az, hogy nem, vagy csak korlátozott mértékben, akkor fel kell állítani egy megoldási tervet. Ennek a tervnek tartalmaznia kell több olyan cselekvési változatot, amely a döntéshozók számára nyújt segítséget, és figyelembe vesz különböző kockázati tényezőket is. Amennyiben ezredünk tekintetében tesszük fel ugyanezt a kérdést, akkor a válasz az, hogy jelenleg igen, az ezred képes megfelelni a kor kihívásainak, és végrehajtani azon feladatokat, amelyeket az előjárók megfogalmaztak az alakulat számára. Erre a legjobb példa a 2024 decemberében talált GP-2000-es típusú, sikeresen mentesített légibomba. Viszont azzal is tisztában kell lenni, hogy az orosz–ukrán konfliktus során új technikai eszközök és új harc eljárások alakultak, alakulnak ki. Fennáll annak a veszélye is, hogy véletlenül vagy ártó szándékkal eszközök átsodródhatnak hazánkba. Továbbá azt sem szabad elfelejteni, hogy egy háborús övezetben előbb–utóbb a szervezett bűnözés, a csempészség mindig megjelenik.

¹² Északmagyarországi Regionális Vízművek Zrt. [é. n.].

Ukrajnába jelenleg ömlik a hadianyag. A későbbiekben ezek megjelenhetnek a feketepiacon is, és azt már senki sem tudja megjósolni, hogy azt ki és mire fogja használni. Annak érdekében, hogy ezt elkerüljük, a negatív folyamatokat meg kell ismerni, és az ellentétekenységeket be kell építeni saját harcrendünkbe, kiképzésünkbe. Az MH 1. tüzsz. és fő. e. cselekvési tervének első lépése abban áll, hogy a legújabb folyami hadviselés trendjeit próbálja meg felkutatni. Ezen törekvés ékes példája a 2024-ben két nemzetközi konferencián tett látogatásunk, amelyek során számos fejlesztési lehetőség került a látómezőnkbe. Februárban az észti főváros, Tallinn volt a helyszíne a *Navy Tech 2024* nevű rendezvénynek, májusban pedig az angliai Farnborough látta vendégül a *Combined Naval Event 2024* konferenciára érkezőket. Az események szervezője a Navy Leaders, egy nagy-britanniai székhelyű szervezet, amelynek elsődleges célja, hogy összekösse a különböző szintű és nagyságú haditengerészeti egységeket, valamint a vízi hadviseléshez kapcsolódó védelmi iparágakat és a legjelentősebb fejlesztőket. A szervezők további célja, hogy a legújabb technológiák, eljárások minél szélesebb körben terjedhessenek. Az általuk szervezett konferenciákon a szektor legaktuálisabb kérdéseiről tartanak előadásokat, készítenek elemzéseket, úgymint az illegális bevándorlás katonai vetülete, a vízi aknák elleni harc, a vízi és légi drónok hadi célú felhasználása, vagy az úszó technikai eszközök fejlesztésének irányai. Rendezvényeiken évről évre több ezer fő vesz részt a világ számos országából. Nem túlzás azt állítani, hogy aki ebben az iparágban számít, vagy szeretne innovációs céllal betörni a piacra, annak kötelező a részvétel. A rendszeres megjelenés nemcsak az új technikai eszközök megismerése miatt nagyon előnyös, hanem azért is, mert az előadások során a többi szervezet által begyűjtött tapasztalat nagyon fontos elem lehet saját védelmi stratégiánk kialakításában. A 21. század technológiaalapú társadalmában az információ kincs, főként egy olyan országnak, mint Magyarország, ahol nagy összefüggő vízterület hiányában az adatokhoz is nehezebb hozzáférni. Amellett sem szabad elmenni szó nélkül, hogy az együttműködések megalapozása is fontos eleme az ilyen jellegű rendezvényeknek. Az itt megszerzett kapcsolati tőke akár egy saját K+F-tevékenység beindításában is segíthet.



2. ábra: SeapiX Forward Looking Sonar

Forrás: Mine & Obstacle Avoidance Sonar [é. n.]

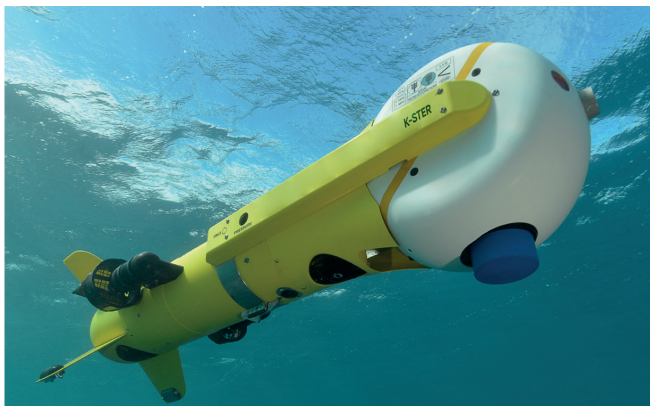
Ezen a rendezvényeken több olyan potenciális fejlesztővel is sikerült kontaktust kiépíteni, aki hozzájárulhat a már többször említett céljaink eléréséhez. A cikk íróinak szakmai véleménye szerint a vízrendszerek és a hozzájuk kapcsolódó infrastruktúrák védelme a megfigyeléssel kezdődik. Szó volt arról, hogy a magyar honvédek is aknafigyelő szolgálatot láttak el a II. világháború alatt és azt követően is sok-sok éven keresztül. Nem véletlenül választották ezt a módszert a védekezésre. Tulajdonképpen ez az egyik legkézenfekvőbb és legolcsóbb megoldás, mivel a folyamatos megfigyelés lehetővé teszi azt, hogy a fenyegetésre azonnali válaszreakciót léptessünk életbe. Az élőerős megfigyelésnek viszont van egy nagy hátránya, mégpedig a humán erőforrás. Mind a két rendezvényen, ahol részt vettünk, központi téma volt a toborzás és a személyi állomány hiánya. Egyre nehezebb olyan személyeket találni, akik hajlandók bizonyos áldozatokat hozni és részt venni a saját országuk védelmében. Ráadásul az egyre bonyolultabb és fejlettebb eszközök az új generáció, a fiatalok képességeit igénylik. Ha a Duna és az MH 1. tűzsz. és főő. e. viszonylatában vizsgáljuk ezt a problémát, és figyelembe vesszük a létszámviszonyokat, akkor belátható, hogy az ezred sem rendelkezik elegendő erőforrással, hogy a teljes magyar dunai szakaszt az ellenőrzése alatt tartsa. A mai modern technika viszont segítségünkre lehet ebben. Különböző megoldások már most is léteznek arra, hogyan lehetünk képesek egybefüggő víz alatti területeket ellenőrizni. Passzív és aktív szonárrendszerek telepítésével például kiválóan meg lehet tervezni egy-egy létesítmény védelmét a vízfelszín alól és a víz felszínéről induló szabotázs ellen. Egy jó példa erre az Exail francia eredetű cég SeapiX Forward Looking Sonar nevű berendezése (2. ábra), amely az aktív szonárok közé tartozik. Különlegessége a *multibeam* (többsugaras) technológia. A berendezés alkalmas aknák és más tereptárgyak kimutatására a vízfelszínhez közel vagy akár több száz méteres mélységben is. Egyik nagy előnye, hogy valós időben képes megjeleníteni az akadályokat, a detektálási eljárás pedig felhasználóbarát, nem szükséges hozzá magas fokú mérnöki tudás. Katonai szempontból ez ideális megoldást jelenthet. A fejlesztés a francia haderő számára indult meg, és célja az volt, hogy olyan eszközökkel szereljék fel a francia flottát, amelyek nagy pontossággal és késleltetés nélkül (*real time*) tudnak jelezni különböző tárgyakat a víz felszínéhez közel és nagy mélységekben egyaránt. Jelenleg két típusa létezik a fejlesztésnek, a SeapiX-FLS 5 és a SeapiX-FLS 7. Az eltérések alapvetően a teljesítményben és az érzékelési szögekben mutatkoznak. A SeapiX-FLS 5 által belátható szög $120^\circ \times 120^\circ$, és körülbelül 300 méterre képes maga elé látni. A SeapiX-FLS 7 belátható látószöge szűkebb, $90^\circ \times 90^\circ$, cserébe majdnem kétszer olyan távolról képes érzékelni a tárgyakat. Természetesen mindkét eszköz telepíthető fix helyre is. Vízfelszín alól támadható infrastruktúrák ellen egy kiváló védelmi megoldás.

A folyami aknamentesítés képességét jelenleg az alakulatunknál rendszeresített aknamentesítő hajók (NESTIN–25) és a hozzájuk tartozó KRAM-ok (kombinált ráhatású aknamentesítő eszköz, amelyet az aknamentesítő hajó vontat maga után) látják el. A hajó által alkalmazott aknamentesítési módszer azon alapul, hogy az aknamentesítő hajó egy, a hajóba beépített elektromos önvédelmi rendszer segítségével (ADS) képes a vízi aknák számára láthatatlan maradni és azok felett áthaladni az aknák elműködtetése nélkül. A módszer hátránya, hogy az AM-hajó ADS-típusú önvédelmi rendszerének tökéletesnek kell lennie, ellenkező esetben az akna a hajó alatt robban, veszélyeztetve a hajót és legénységét. Ez a módszer tehát igen veszélyes a kezelőszemélyzetre nézve. Mivel a hajó és az önvédelmi rendszer is meglehetősen

korosnak számít, a rendszerben tartása egyre nehezebb feladatot ró a szakemberekre. Arról nem is beszélve, hogy az AM-hajók által vontatott aknamentesítő berendezés (KRAM) a mentesítés során felrobbantja az aknákat, de közben jelentősen sérül, sok esetben használhatatlanná válik. Mindezt összevetve, ez egy igen költséges és veszélyes mentesítési megoldás.

Szerencsére van lehetőség a fent említett módszer kiváltására. Léteznek a piacon olyan vontatott szonárrendszerek, amelyek üzemeltetése jóval egyszerűbb, gyorsabb és legfőképpen olcsóbb is. Az aknamentesítő módszer lényege az, hogy a fent leírt módon vontatott szonár-berendezés feltérképezi az aknákat, improvizált robbanótesteket vagy háborús tevékenységből visszamaradt, fel nem robbant robbanószerkezeteket, és információt ad a mentesítést végző alegységek részére a robbanótest pontos elhelyezkedéséről és fajtájáról. A már feltérképezett robbanótestek az ezred úszó technikai eszközeinek és tüzserész bűvár csoportjainak segítségével kiemelhetők, hatástalaníthatók vagy egy melléhelyezett töltettel a megtalálás helyszínén megsemmisíthetők.

A *Combined Naval Event 2024* konferencián szintén az Exail cég mutatott be egy olyan komplex aknamentesítési eljárást, amelyben a holisztikus megközelítés került előtérbe, tehát egy rendszert alkot a robbanótestek megtalálása, veszélyességének értékelése és a veszély semlegesítése is. Legnagyobb előnye a felhasználók számára kínált biztonság. Az autonóm és távolról vezérelhető eszközök ebben óriási szerepet játszanak már most is. Ezzel a szemlélettel fejlesztették ki a szükséges hardver- és szoftverelemeket is. Előnyös továbbá, hogy nem eltérő rendszereket kellett összehangolni és végül összeilleszteni, hanem egy koherens csomagként lehet a kezdetektől használni. Az első összetevője ennek a rendszernek egy személyzet nélküli, vízfelszínen közlekedő úszóeszköz, azaz USV (*unmanned surface vessel*). Az Inspector 90 elnevezésű hajó képes távolról irányítva veszélyes területeket megközelíteni, ott szintén autonóm eszközökkel megkeresni és hatástalanítani akár aknákat, aknamezőket vagy visszamaradt világháborús eszközöket is. A hajót fel lehet szerelni a már említett Forward Looking Sonarral, amely segít elkerülni az akadályokat, valamint egy nagybani képet ad a vízben lebegő akadályokról. A teljes víz alatti felmérést a TM-18M vontatott szonár segítségével lehet végrehajtani. Magas felbontású, valós időben közvetített adással segíti az operátorokat a szükséges felmérések elvégzéséhez. A detektálás és az azonosítás után a semlegesítésre is van megoldása az Exailnak. Ehhez a feladathoz lett rendszerezítve a K-Ster-C, amely egy könnyű súlyú, egyszer használatos víz alatti drón. A legkorszerűbb meghajtási rendszerekkel és precíziós vezérléssel felszerelt K-Ster-C páratlan manőverező képességgel büszkélkedhet, ami lehetővé teszi, hogy könnyedén és pontosan navigáljon a bonyolult víz alatti környezetben. Akkumulátorainak köszönhetően 60 percet képes működni egy feltöltéssel, a vízmélység, amelyben tevékenykedni tud, maximum 300 méter, és 2000 méterre képes eltávolodni a bázis állomásától. Természetesen a katonai igényeknek megfelelő, felhasználóbarát szoftverrel és önvezető funkciók sokaságával rendelkezik. Az összeköttetés a hajóval egy vékony kábelon történik, ami megfelelően stabil, gyors és feltörhetetlen kapcsolatot tart fenn. Az eszköz kis tömege miatt (mindössze 50 kg) akár gumicsónakból is indítható. Akkor lehet bevetni, ha a veszélyes eszközt már megtalálták. A K-Ster-C odamanőverezik, és egy irányított kumulatív töltet segítségével robbanást idéz elő, ami hatástalanítja a robbanóeszközt.



3. ábra: K-Ster-C víz alatti robot

Forrás: <https://www.exail.com/product/k-ster-c-expendable-mine-disposal-vehicle>

A rendszer hasznosságát és alkalmazhatóságát mi sem bizonyítja jobban, mint hogy 2024 augusztusában az Exail Robotics belgiumi ága bejelentette, hogy a NATO Támogató és Beszerzési Ügynöksége (NSPA) közel 60 millió euró értékű megrendelést adott le a fent említett eszközökre, amelyek belga és holland haditengerészetekhez fognak kerülni.

Összegzés

Zárásként elmondhatjuk, hogy a vízrendszerekkel kapcsolatos harci tevékenységek már a múltban is meghatározók voltak, ezek a veszélyek sajnos jelenleg is fennállnak. Több példa is bizonyítja, hogy ártó szándékkal felhasználva akár tömegpusztító eszközként is be lehet vetni. Ahhoz, hogy ezt megakadályozzuk, szükséges olyan eljárások és eszközök alkalmazása, amelyek a nap 24 órájában rendelkezésre állnak, és megfelelő információval látják el a kezelőket, döntéshozókat. Ebben a tekintetben Magyarország is érintett, mert több olyan kritikus infrastruktúrával rendelkezünk, amely elérhető a vízfelszínről vagy a víz alól is. Védekezni ezek ellen csak folyamatos fejlesztéssel és a tapasztalatok feldolgozásával lehet. Meg kell ragadni a lehetőségeket, hogy kapcsolódjunk, együttműködjünk más államokkal, olyan fejlesztőkkel, akik e téma szakértői. Hazánkban az utóbbi pár évben harcászati szempontból a folyami hadviselés ugyan nem volt a legaktívabb terület, de a biztonsági kockázatok miatt előtérbe került. Az MH 1. tűzsz. és fő. e.-nél az erre szakosodott katonáknak egyik dedikált feladata, hogy nyomon kövessék a vízrendszerekhez köthető eseményeket, és megfelelő tanácsokkal lássák el a parancsnokot. Az alakulat képes arra, hogy a haderő-modernizációs program keretében, akár a már említett eszközök segítségével tovább növelje kvalitásait, és még komplexebb módon járuljon hozzá a magyar emberek biztonságának fenntartásához.

Felhasznált irodalom

- BOGNÁR Jenő (1948): Aknarobbanás a Dunán. *Honvéd*, 3(4), 31–34. Online: https://misc.bibl.u-szeged.hu/view/journal_volume/Honv=E9d_3A_katonai_foly=F3irat/1948.html
- CSAPODY Tamás (2000): A második világháborús aknamezők és azok mentesítése (1943–1986). *Hadtudomány*, 10(3), 123–128. Online: https://adt.arcanum.com/hu/view/Hadtudomany_2000/?p-g=289&layout=s
- CSONKARÉTI Károly (1980): *Hadihajók a Dunán*. Budapest: Zrínyi.
- Északmagyarországi Regionális Vízművek Zrt. [é. n.]: *A Föld vízkészlete*. Online: <https://www ervzrt.hu/a-vizrol/a-fold-vizkeszlete/>
- GYÖRGY Sándor (2017): Halálos hajóút – a Dömös gőzös tragédiája. *Napi Történelmi Forrás*, 2017. április 9. Online: https://ntf.hu/index.php/2017/04/09/halalos-hajout_a-domos-gozos-tragediaja/
- Kísérteties fotók! Ismét előkerült a titokzatos dunai szellemhajó. *Hirado.hu*, 2022. augusztus 18. Online: <https://hirado.hu/belfold/cikk/2022/08/18/kiserteties-fotok-ismet-elokerult-a-titokzatos-dunai-szellemhajo>
- Mine & Obstacle Avoidance Sonar* [é. n.]. Online: <https://www.exail.com/product-range/mine-and-obstacle-avoidance-sonar>
- NÉMETH Dóra – SZALAI Bálint (2023): Egyre gyakrabban használják fegyverként a vizet. *Szabad Európa*, 2023. június 12. Online: <https://www.szabadeuropa.hu/a/viz-fegyverkent-adat/32449865.html>
- PÁLFI Lajos (2022): Hatástalanítás a németek nélkül. *Forum Hungaricum*. Online: <https://forumhungaricum.hu/kulturkincs/hatastalanitas-a-nemetek-nelkul/>
- YERUSHALMY, Jonathan (2023) Nova Kakhovka Dam: Everything You Need to Know About Ukraine's Strategically Important Reservoir. *The Guardian*, 2023. június 6. Online: <https://www.theguardian.com/world/2023/jun/06/nova-kakhovka-dam-everything-you-need-to-know-about-ukraines-strategically-important-reservoir>

Tartalom

KÖSZÖNTŐ	5
BUKTA BALÁZS: <i>Speciális tűzszerész hatástalanítási eljárás tesztelése kumulatív töltetek segítségével</i>	9
LEVENTE CZIPÓ, FERENC KISS: <i>Multipurpose River Drone</i>	19
TÖRÖK LÁSZLÓ: <i>Budafoki egytonnások</i>	31
ZSOLNAY GÁBOR: <i>A Magyarországon előtalált német 34/35 cm „Röchlinggranate 42 Be” betonromboló gránát hatástalanítása vizesvágó berendezés alkalmazásával</i>	45
KALLA LÁSZLÓ: <i>Ember nélküli technikai eszközök szerepe a hadviselésben</i>	61
BOKROS TÜNDE IBOLYA: <i>Alacsony intenzitású hatástalanítási eljárások bemutatása, relevanciája a tűzszerész szakfeladatokban</i>	71
KELEMEN FERENC: <i>Oktatási és szemléltető eszközök fejlődése a II. világháborút követő évektől napjainkig</i>	85
FAZEKAS JUDIT: <i>A propaganda mint fegyver – a propagandagránátok alkalmazása a világháborúkban</i>	95
TÓTOK DÁVID ISTVÁN: <i>A II. világháborús általános felhasználású brit légibombák fajtái és adatai</i>	111
KOCH NORBERT, BAGI SZILÁRD: <i>A folyami aknamentesítő képesség és a kritikusinfrastruktúra-védelmi képesség fejlesztésének lehetséges irányai</i>	129