

Horváth Tibor ezredes – Ember István alezredes:

## A ROBBANÓANYAGOK AZONOSÍTÁSÁNAK BIZTONSÁGI JELENTŐSÉGE A TŰZSZERÉSZ SZAKFELADATOK ELLÁTÁSA SORÁN

DOI: [10.35926/HSZ.2022.4.7](https://doi.org/10.35926/HSZ.2022.4.7)

*ÖSSZEFOGLALÓ: A terrorizmus alapvető fegyverei az improvizált robbanótestek, melyek nem lehetnek hatásosak robbanóanyag-töltet nélkül. A robbanóanyag azonosítása több szempontból is fontos. Egyrészt a helyszínelő munka fontos információkat biztosít a nyomozati tevékenységhez, másrészt a tűzszerész szakállomány számára is meghatározó, hogy ismerje az egyes improvizált robbanótestekben lévő töltetek anyagát. Írásunkban bemutatjuk a helyszíni robbanóanyag-azonosítás technikai eszközeivel szemben támasztott követelményeket, és egy adott típust elemzés alá is vesszünk.*

*KULCSSZAVAK: robbanóanyag, detektálás, analízis, követelmény, tűzszerészet*

### A SZERZŐKRŐL:

- ▶ Dr. Horváth Tibor ezredes (PhD), egyetemi docens (NKE HHK Hadászati Tanszék)
- ▶ Ember István alezredes, egyetemi tanársegéd (NKE HHK Műveleti Támogató Tanszék)

## BEVEZETÉS

A terrorizmus elleni harc nagy jelentőségű tevékenység, melynek a biztonság szempontjából meghatározó vonatkozásai vannak. A terroristák fegyverei közül talán a robbantásos merényletek során alkalmazott improvizált robbanótestek,<sup>1</sup> azaz a köznyelvben használt pokolgépek a legismertebbek. Ismertek, mert alkalmazásuk elterjedt a műveleti területeken kívül is, és a célpontok nem kizárólag egyenruhás személyek. Az ilyen esetek számos civil áldozatot követelnek és hatalmas médiaértékkel bírnak. Meg kell azonban említeni, hogy a terror célpontjai lehetnek a kritikus infrastruktúra olyan elemei is, melyek egy egész ország, egy egész nemzet vonatkozásában jelentőséggel bírnak, mint például az atomerőművek, ivóvíztárolók és gátak.

A média tevékenysége következtében ezek a szervezetek lehetséges támogatókat szerezhetnek, és ezzel anyagi forrásokhoz juthatnak.<sup>2</sup> Persze a támogatás nem kizárólag anyagi természetű lehet, hanem például információ, ingatlan, felkészítés, szállítás, propagandaanyag készítése és terjesztése stb.<sup>3</sup> Ilyen körülmények mentén körültekintően és maximális hatékonysággal kell kezelni és felszámolni a terror eszközeit és módszereit.

<sup>1</sup> Az angol szaknyelvben: Improvised Explosive Device – IED.

<sup>2</sup> Resperger István: Terrorista szervezetek, módszerek, eljárások. Szakmai Szemle, 2018/2., 9. [https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2018\\_2\\_szam.pdf](https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2018_2_szam.pdf) (Letöltés időpontja: 2021. 05. 15.)

<sup>3</sup> Vass György – Padányi József: A terrorizmus finanszírozásának informális pénzközlési rendszerei. Hadtudományi Szemle, 2016/1., 216. [http://epa.oszk.hu/02400/02463/00030/pdf/EPA02463\\_hadtudomanyi\\_szemle\\_2016\\_01\\_212-223.pdf](http://epa.oszk.hu/02400/02463/00030/pdf/EPA02463_hadtudomanyi_szemle_2016_01_212-223.pdf) (Letöltés időpontja: 2021. 05. 15.)

Ezek azok az okok, melyek folyamatos elemzés, kutatás tárgyává teszik ezeket a pusztító eszközöket. A folyamatos figyelem nem alaptalan, hiszen csak a merénylő fantáziája szab határt az eszköz kialakításának, tehát el lehet rugaszkodni a sablonos megoldásoktól kivitelezésük, összeszerelésük során. Az alkalmazott robbanóanyagok vonatkozásában szintén széles a lehetőségek spektruma, az ipari robbanóanyagtól kezdve a hadi minőségű tölteteken át a házilag elkészített robbanóanyagokig.<sup>4</sup>

Véleményünk szerint a fő töltet azonosítása jelentősen segítheti a szakállomány munkáját. Ennek érdekében megvizsgáljuk, hogy ez a folyamat milyen esetekben lehet a szakemberek segítségére, és beazonosítjuk azokat a technikai lehetőségeket, melyek akár a harcmezőn is támogathatják ezt a folyamatot. A modern technikai eszközök alkalmazása meghatározó irány a hadtudomány kutatási területeinek,<sup>5</sup> tehát mi is kiemelten kezeljük írásunkban.

## IMPROVIZÁLT ROBBANÓTESTEK ÉS AZOK TÖLTETEI

A terror meghatározó pusztító eszközei tehát az improvizált robbanótestek, melyek „*olyan »házilagosan készített«, tehát nem üzemi körülmények között gyártott, előállított eszközök, amelyek a pusztító hatásukat a robbanás hatóerejével, az egészségre ártalmas vegyi, biológiai anyagokkal, pirotechnikai eszközökkel vagy gyújtóhatású anyagok segítségével érik el*”.<sup>6</sup>

A lehetséges legfontosabb improvizált robbanótesttípusok a következők:<sup>7</sup>

- *időzített működésű* (TDIED<sup>8</sup>): meghatározóan jelentős célpontok, épületek ellen alkalmazható vagy tömegrendezvények során telepítik őket;
- *célpont által működtetett* (VOIED<sup>9</sup>): a célszemély hozza működésbe valamilyen mechanikai, elektromos, elektronikus vagy kombinált módszerrel;
- *parancsindítású*: rádiójel vezérlésű (RCIED<sup>10</sup>), öngyilkos által működtetett (SBIED<sup>11</sup> vagy SVBIED<sup>12</sup>), vezetékes (WCIED<sup>13</sup>) altípusok;
- *gépjárműbe telepített robbanótest* (VBIED<sup>14</sup>): stacioner és mozgó változat is lehetséges.

Ezeknek az eszközöknek alapvetően három fő részegysége van:

- *robbanóanyag-töltet*: ipari vagy hadi minőségű robbanóanyag, katonai robbanótestek töltete vagy házi készítésű robbanóanyag;
- *indítómechanizmus*: mechanikus, elektronikus, távirányítható szerkezet, időzítő stb.;
- *áramforrás*: ez nem minden esetben szükséges.

<sup>4</sup> Az angol szaknyelvben: Home-Made Explosive – HME.

<sup>5</sup> Boda József et al.: A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök. Államtudományi Műhelytanulmányok, 2016/16., 6–9. <http://www.med.u-szeged.hu/download.php?docID=90702> (Letöltés időpontja: 2022. 01. 25.)

<sup>6</sup> Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. Műszaki Katonai Közlöny, 2012/2., 38. <https://dooplayer.hu/3985801-Dr-kovacs-zoltan-1-az-improvizalt-robbanoeszkozok-fobb-tipusai.html> (Letöltés időpontja: 2021. 05. 15.)

<sup>7</sup> Uo. 40–51.; valamint Daruka Norbert: Bűnös célú robbanószerkezetek alkalmazásának és hatástalanításának sajátosságai. Műszaki Katonai Közlöny, 2012/különszám, 27–31. <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2580/1848> (Letöltés időpontja: 2021. 05. 15.)

<sup>8</sup> Time Delay IED.

<sup>9</sup> Victim Operated IED.

<sup>10</sup> Radio Command IED.

<sup>11</sup> Suicide Born IED.

<sup>12</sup> Suicide Vehicle Born Operated IED.

<sup>13</sup> Wire Command IED.

<sup>14</sup> Vehicle Born IED.

Jelen vizsgálat során a robbanóanyag-töltettel kívánunk foglalkozni. A korábbi felsorolás alapján ez az alkotórész készülhet különböző ipari körülmények között előállított robbanóanyagból, katonai eredetű robbanótestekből vagy azokból törvénytelenül kinyert robbanóanyagból, illetve házi készítésű robbanóanyagból.

Az ipari robbanóanyagok alkalmasak lehetnek tehát ezekhez a terrorcselekményekhez mint az improvizált robbanótest fő töltete, de velük kapcsolatban egyre szigorúbb a jogi szabályozás. Meg kell említenünk, hogy egy meghatározó ipari robbanóanyag<sup>15</sup> alapanyaga az ammónium nitrát, mely a mezőgazdasághoz elengedhetetlen. Biztonsági szempontból tehát kijelenthető, hogy nemcsak a kész robbanóanyagok, hanem azok összetevői is kiemelt figyelmet érdemelhetnek.

A katonai minőségű robbanóanyagok alapvetően pusztításra, rombolásra lettek kifejlesztve. A legtöbb közülük általában több robbanóanyag keverékéből tevődik össze.<sup>16</sup> Mindezek mellett speciális követelményeknek kell megfelelniük,<sup>17</sup> melyek a kezelésbiztonságukat magas szintre emelik. Tökéletes pusztító vegyületek, melyek kezelésbiztosak és időjárásállóak. Mi másra lenne szüksége egy terrorista szervezetnek? Gyakorlatilag ez a tökéletes választás, de szerencsénkre ezekhez hozzájutni kifejezetten nehéz. Egy-egy katonai bázisról jelentős mennyiségben ellopni robbanóanyagot olyan kockázattal jár, melyet a terroriszervezetek nem vállalnak fel, másrészt sikeres megvalósítás után az azonosításuk esélye is jelentősen megnő. Ilyen háttér mellett kijelenthető, hogy nem ez a széles körben alkalmazott megoldás.

A katonai eredetű robbanótestek szintén lehetnek a részei egy-egy pusztító eszköznek.<sup>18</sup> Ilyen harcanyagokat eltulajdonítani szintén a fent bemutatott kockázatokkal jár, tehát beszerzési lehetőségnek megmarad az egykori műveleti területeken fellelhető darabok összegyűjtése. Ezek lehetnek elhagyott,<sup>19</sup> nem felhasznált<sup>20</sup> és nem alkalmazott robbanótestek<sup>21</sup> egyaránt. Az élőerő pusztítására kifejlesztett gránátok és bombák hatékonysága civil célpontok esetében is kiemelkedő, de meg kell jegyezni, hogy ezek kezelése komoly életveszéllyel járhat a „bombagyáros” vonatkozásában. Tűzszerészismeretek hiányában gyakorlatilag bármilyen katonai eredetű robbanótest mozgatása, hatástalanítása, átalakítása elképesztő veszélyt jelent a környezetében tartózkodókra.

A házilag készített robbanóanyagok alkalmazása szintén felmerülhet töltetként a terror eszközeiben. Ezeket az anyagokat előállítani sok esetben kifejezetten nehéz és veszélyes. Vegytani ismeretek és vegyészeti eszközök lehetnek szükségesek hozzájuk, és a hatásfokuk

<sup>15</sup> ANDO vagy ANFO.

<sup>16</sup> Kugyela Lóránd: A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. *Katonai Logisztika*, 2020/4., 59. <https://drive.google.com/file/d/1pVJPWuNljVTA0SYSzGUXlQmK7uJJfn/view> (Letöltés időpontja: 2021. 05. 15.)

<sup>17</sup> Lukács László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből – Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira. *Dialóg Campus*, Budapest, 2017, 27–28. [https://fejlesztési-programok.uni-nke.hu/document/fejlesztési-programok-uni-nke-hu/webkicsi\\_Szemelvények\\_magyar\\_robbantas\\_technika\\_fejlodestortenetebol.pdf](https://fejlesztési-programok.uni-nke.hu/document/fejlesztési-programok-uni-nke-hu/webkicsi_Szemelvények_magyar_robbantas_technika_fejlodestortenetebol.pdf) (Letöltés időpontja: 2022. 01. 24.)

<sup>18</sup> Kovács Zoltán: Repülőtéri létesítmények fizikai védelme IED ellen. *Repüléstudományi Közlemények*, 2014/2., 106. [http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2014\\_cikkek/2014-2-10-0160\\_Kovacs\\_Zoltan.pdf](http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2014_cikkek/2014-2-10-0160_Kovacs_Zoltan.pdf); valamint Kovács Zoltán: Fontos létesítmények IED elleni védelme. *Műszaki Katonai Közöny*, 2012/különszám, 35–36. <https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/xxii.-evfolyam-2012.-kulonszam.pdf> (Letöltések időpontja: 2021. 05. 15.)

<sup>19</sup> Abandoned Ordnance – AXO.

<sup>20</sup> Rendszeresített módon alkalmazott: kilőtt, eldobott, vetett stb.

<sup>21</sup> Unexploded Ordnance – UXO.

is elmaradhat az ipari és a katonai típusokhoz képest. Mindezek ellenére bűnös célú felhasználásuk nagy hangsúlyt kap, mivel az interneten jelentős számban található forrást az egyes változatok elkészítéséhez.

## A ROBBANÓANYAGOKRÓL ÁLTALÁNOSÁGBAN

„Robbanóanyagnak az olyan gyakorlatilag is hasznosítható vegyületeket (elegyeket, olvadékokat) nevezzük, amelyek a megfelelő kezdőgyújtás (aktiválási energia) hatására önfenntartó (exoterm) kémiai reakció (átalakulás) során, hirtelen (százszázad másodperc alatt) magas hőmérsékletű és igen nagy nyomású, főleg gáztermékekké alakulnak át, melyek kiterjedésük közben rendkívül nagy teljesítményű munkát végeznek, és környezeti hatást váltanak ki.”<sup>22</sup>

A fenti definíciót meghatározónak tartjuk a katonai műszaki területen belül. A katonai robbanóanyagokat<sup>23</sup> nem kívánjuk részletesen bemutatni írásunkban, mert annak terjedelme túlmutatna lehetőségeinken. Lukács László kategorizálásából azonban ki kell emelnünk egy csoportot, melyben az ipari gyártású, nem robbanóanyag-célú kémiai termékek szerepelnek.

Ezek a következők:<sup>24</sup>

- az ammónium-nitrát alapú műtrágyák;
- kloráttartalmú gyomirtók;
- szerves peroxidok és polimerizált katalizátorok;
- nitroglicerín- és nitropenta-származékok;
- rovarirtók;
- műanyagipar gázfejlesztő adalékai.

A vizsgálatunkhoz ezek kifejezetten fontos adalékok, mert robbanásképes vagy korlátozottan robbanásképes anyagokról van szó. Értelemszerűen a bűnös szándékkal robbanótesteket előállító bombagyáros számára ezek a legkönnyebben elérhető vegyi alapanyagok. Hatékonyságuk ugyan limitált, de a figyelmet „explozívvegyület-alapanyag” státuszuk miatt megérdemlik.

A házi készítésű robbanásképes anyagok esetében a merénylők alapvetően egy-egy ipari, katonai terméket próbálnak meg reprodukálni. Előfordulhat azonban, hogy olyan típust választanak, melyet ipari körülmények között nem gyártanak. Ennek több oka lehet: veszélyes gyártási folyamat, költséges technológia, nem garantálható a folyamatos színvonalú minőség. Az egyik ilyen kifejezetten veszélyes vegyület a triaceton-triperoxid,<sup>25</sup> melyet a terroristák előszeretettel alkalmaznak és készítenek el házilag. Természetesen ez a vegyület fokozottan veszélyes, de a bűnös cél felülírhatja a józan ész által diktált határokat.

Írásunkban nem fogunk támogatást adni bünszervezeteknek azzal, hogy recepteket osztunk meg a konyhánkban elkészíthető robbanóanyag-változatokról. Továbbá feltételezésünk szerint vannak olyan önjelölt vegyészek, akik kedvtelésből képesek lennének saját magukat és családjukat is veszélybe sodorni, ha a készítési eljárásokat ismertetnék, ezért ezeket a szempontokat figyelembe véve elkerüljük ilyen információk leírását.

<sup>22</sup> Lukács: i. m. 25.

<sup>23</sup> Pl. trinitro-toluol (trotil vagy TNT), hexogén, oktogén, Semtex stb.

<sup>24</sup> Lukács: i. m. 26.

<sup>25</sup> Rövidítése a szakmai nyelvben: TATP.

Azt azonban fontosnak tartjuk ismertetni, hogy milyen életveszélyes részei vannak a házi készítésű robbanóanyaggal készült pokolgép elkészítésének:

- a robbanóanyag elkészítése;
- a robbanóanyag betöltése;
- a robbanótest készre szerelése;
- a robbanótest mozgatása, szállítása;
- a robbanótest telepítése, álcázása.

A fenti listában nincsenek benne az olyan veszélyek, melyek egy nem várt detonáció után jelentkeznek. Ilyen lehet többek között mérges gázok megjelenése, köztük a szén-monoxidé, mely akár halálos mérgezést is okozhat.<sup>26</sup>

A lépések a legszélesebb spektrumot veszik figyelembe, természetesen egyes speciális esetekben ki is maradhat néhány, de felcserélésük is lehetséges. Ezek fontos adatok a szakemberek számára, akik a terrorista szervezetek azonosításán fáradoznak, hiszen az üzemek helyszínein különböző mértékű balesetek történhetnek, vegyi maradványok maradhatnak hátra, valamint az óvintézkedések eszközei, módszerei is árulói lehetnek a bűnös tevékenységnek.

## A ROBBANÓANYAGOK DETEKTÁLÁSA, ANALIZÁLÁSA NEM LABORATÓRIUMI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

A robbanóanyagok műszeres detektálásának több változata elterjedt, valamint több elméleti megoldás is született már, melyek még tesztelés alatt állnak. Kutatásunk során fontosnak tartottuk megvizsgálni a legfontosabb módszereket, de hangsúlyozzuk, hogy az alábbi felsorolás a teljesség igénye nélkül készült.

A témában nem foglalkozunk a robbanóanyag-kereső kutyák alkalmazásával mint detektálási formával, mert azt sajátossága okán a területen külön kutatási iránynak tartjuk.

A nem laboratóriumi vizsgálati módszerek tekintetében Lapat Attila felosztását vettük alapul, mely szerint ezek lehetnek a robbanóanyag tömegét, illetve annak kipárolgását vizsgáló változatok.<sup>27</sup> Ezt a felosztást fejlesztettük tovább a katonai alkalmazás igényeihez, mely szerint ezek a módszerek a következők:

### 1. Klasszikus kémiai analitikai módszerek

#### *Kolorimetrikus detektálás*<sup>28</sup>

A vegyészet egyik legrégebbi és legegyszerűbb analitikai vizsgálata. Azon alapszik, hogy egyes vegyületek vagy vegyületcsoportok egy reagens hatására a rá vagy rájuk jellemző színt produkálják. Meghatározó hátránya, hogy nem kellően specifikus, ezért önmagában nem hoz kielégítő eredményt. Laboratóriumi vizsgálatokkal kell kiegészíteni a pontos eredményért a bűnyűgyek nyomozati feladatai során. Ez a fajta detektálás a hátrányai ellenére a legelter-

<sup>26</sup> Hernád Mária – Kugyela Lóránd: Risk of Carbon Monoxid Intoxication in Explosions. Hadmérnök, 2012/2., 59–60. [http://www.hadmernok.hu/2012\\_2\\_hernad\\_kugyela.pdf](http://www.hadmernok.hu/2012_2_hernad_kugyela.pdf) (Letöltés időpontja: 2021. 05. 15.)

<sup>27</sup> Lapat Attila: Robbanóanyag-analitikai vizsgálati módszerek alkalmazása az igazságügyi szakértői munkában, szerepük a robbanóanyaggal elkövetett bűncselekmények felderítésében. Doktori (PhD-) értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2002, 28. <https://docplayer.hu/2643953-Zrinyi-miklos-nemzetvedelmi-egyetem.html> (Letöltés időpontja: 2022. 01. 25.)

<sup>28</sup> Az angol szaknyelvből: Colorimetric Detection.

jedtebb módszer a helyszínen végzett tesztek közül, mert egyszerű, gyors és olcsó. Ilyen termékek például – több más megfelelő típus mellett – az ELITE termékcsalád<sup>29</sup> készletei.<sup>30</sup>

## 2. Tömeget érzékelő módszerek

### *Nukleáris technológiák*<sup>31</sup>

Ezek a technológiák feloszthatók neutronalapú és nem neutronalapú megoldásokra. Ezekhez a detektálási módszerekhez alapvetően sugárzó anyagok, izotópok szükségesek, melyek egészségügyi kockázatot vetnek fel. Továbbá figyelembe kell venni, hogy alkalmazásukhoz sokszor bonyolult jogszabályi és engedélyezési háttér szükséges. Mindezekon túl a terroristák, bűnözők célpontja lehet minden olyan helyszín, ahol izotópokhoz lehet hozzájutni. A hátrányai ellenére ezek a technológiák ígéretesek, mert meglehetősen vastag anyaghalmazon is képesek áthatolni. Ez a képesség nagy rakományok esetén lehetővé teszi, hogy viszonylag kis mennyiségű veszélyes anyagot is azonosítani tudjunk vele.<sup>32</sup>

### *Röntgentechnológiák*<sup>33</sup>

A röntgensugárzást már több mint egy évszázada alkalmazzuk különböző célokra. Ez a technológia kifejezetten értékes, hiszen a robbanóanyagok, valamint egyéb tiltott anyagok és eszközök detektálásának alapvető módszere repülőtereken és középületekben. A kialakított rendszerek jelentős mennyiségben és gyorsan képesek a csomagokat, tárgyakat átvizsgálni. Nagy jelentősége lehet a teherforgalom, áruszállítás területén is.<sup>34</sup>

Az ilyen készülékek a hagyományos röntgenberendezések fejlesztett változatai, melyek lehetnek akár két- vagy többenergiájú röntgensugárzást alkalmazó változatok.<sup>35</sup>

A számítógépes tomográfia alapú technológiák<sup>36</sup> is röntgensugárzást alkalmaznak, a képi megjelenítés azonban több információval szolgál a csomagokban lévő egyes tárgyak paramétereiről. Ez hagyományos röntgenszerekkel nem érhető el. Kijelenthető, hogy ez a megoldás két jelentős előnnyel rendelkezik a hagyományos röntgenszerekkel szemben: első a teljes értékű 3D kép, valamint az egymás mögötti eltérő sűrűségű és vastagságú anyagok nem tudnak takarást biztosítani rejtett objektumoknak.<sup>37</sup>

## 3. Kis mennyiségű robbanóanyag-maradvány vagy -nyom analizálására alkalmas módszerek

### *Tömegspektrometria alapú detektálás*<sup>38</sup>

A tömegspektrometria alapú detektálás az egyik legrégebbi módszer rejtett robbanóanyagok azonosítására, mert azok maradványaiból és kipárolgásából lehet detektálni a jelenlétüket.

<sup>29</sup> ELITE EL 100, EL 200, EL 300.

<sup>30</sup> Joseph Almog – Shmuel Zitrin: Colorimetric Detection of Explosives. In: Maurice Marshall – Jimmie C. Oxley (eds.): Aspects of Explosive Detection. Elsevier, Amsterdam, 2009, 41–58.

<sup>31</sup> Az angol szaknyelven: Nuclear Technologies.

<sup>32</sup> Patrick J. Griffin: Nuclear Technologies. In: Marshall–Oxley (eds.): i. m. 59–88.

<sup>33</sup> Az angol szaknyelven: X-ray Technologies.

<sup>34</sup> R. F. Eilbert: X-ray Technologies. In: Marshall–Oxley (eds.): i. m. 89–130.

<sup>35</sup> Lapat: i. m. 29.

<sup>36</sup> Az angol szaknyelven: Computer Tomography Technologies.

<sup>37</sup> R. C. Smith – J. M. Connelly: CT Technologies. In: Marshall–Oxley (eds.): i. m. 131–145.

<sup>38</sup> Az angol szaknyelven: Mass Spectrometry Technologies.

Két fő típusa van: a négypólusú és az ionscpadás tömegspektrométer. Ezek a módszerek és az ilyen alapon felépített eszközök jó háttérrel biztosíthatnak a helyszínelő feladatoknak, mert kellően szenzitívek lehetnek. Mindezek ellenére azonban nem teljes körben elfogadott eljárás a rejtett robbanóanyagok detektálására.<sup>39</sup>

#### *Infravörös-spektrometria alapú detektálás<sup>40</sup>*

Itt egyrészt a Fourier-transzformációs<sup>41</sup> módszert alkalmazzák a műszerek. A tömegspektrometriához hasonlóan itt is pontosabb eredményt kapunk a kromatográfiai módszerekhez képest a vizsgált anyag molekulaszervezetének tekintetében.<sup>42</sup> Másik technológiai megoldás a Raman-spektroszkópia elvén működik, ahol a készülék nem az infravörös fény elnyelését, hanem annak szóródását elemzi. Ez utóbbi alkalmas átlátszó csomagolásban<sup>43</sup> lévő anyagok vizsgálatára is.

#### *Ionmobilitás-spektrometrián alapuló detektálás<sup>44</sup>*

Az ilyen elven működő eszközök széles körben elterjedtek repülőtereken, és felületről vett minták elemzéséből kaphatjuk meg az eredményeket.<sup>45</sup> Nagyon érzékeny rendszer, mely hátrányaként a téves jelzések viszonylag nagy számát lehet megemlíteni, ami a nem robbanóanyagok hasonló ionmobilitás-spektrumából fakad.<sup>46</sup>

#### *Gázkromatográfia alapú detektálás<sup>47</sup>*

Ezekben a készülékekben úgynevezett kemilumineszcens anyagok növelik az érzékenységet. Ez kifejezetten hatékony a nitrogénalapú robbanóanyagok vonatkozásában, tehát a robbanóanyagok döntő többsége esetében.<sup>48</sup>

A fentiekén kívül meg kell említenünk a felerősített fluoreszkáló polimer alapú detektálást,<sup>49</sup> amely egy nagy érzékenységgű módszer. Az alkalmazott polimerek kialakítása jelentősen meghatározza a detektálás minőségét, azok variálhatósága pedig komoly lehetőségeket jelent a jövőbeli fejlesztésekkel kapcsolatban.<sup>50</sup>

A felsorolt módszerek és technológiák nem laboratóriumi körülmények között biztosítják a robbanóanyagok detektálásának lehetőségét, de ettől függetlenül nem mindegyik módszer alkalmas hadszíntéri alkalmazásra. Az elmúlt évtizedek a katonai technológia

<sup>39</sup> Jehuda Yinon: Analysis and Detection of Explosives by Mass Spectrometry. In: Marshall–Oxley (eds.): i. m. 147–169.

<sup>40</sup> Az angol szaknyelvből: Infrared Technologies.

<sup>41</sup> Az angol szaknyelvből: Fourier-transform infrared spectroscopy – FTIR.

<sup>42</sup> Lapat: i. m. 26–27.

<sup>43</sup> Például: üveg, műanyag palack, nylonzacskó stb.

<sup>44</sup> Az angol szaknyelvből: Ion Mobility Spectrometry Technologies.

<sup>45</sup> Gary A. Eiceman – Hartwig Schmidt: Advances in Ion Mobility Spectrometry of Explosives. In: Marshall–Oxley (eds.): i. m. 171–202.

<sup>46</sup> Lapat: i. m. 30–31.

<sup>47</sup> Az angol szaknyelvből: Mass Spectrometry Technologies.

<sup>48</sup> Lapat: i. m. 30.

<sup>49</sup> Az angol szaknyelvből: Amplified Fluorescent Polymer Technologies.

<sup>50</sup> Samuel W. Thomas III – Timothy M. Swager: Detection of Explosives Using Amplified Fluorescent Polymer. In: Marshall–Oxley (eds.): i. m. 203–221.

vonatkozásában is a miniatürizáció jegyében teltek.<sup>51</sup> Ez nagyon fontos, hiszen a műveleti feladatok során a kis méret és a megbízható működés alapfeltétel, de nem mindegyik bemutatott módszert lehet hordozhatóvá tenni. Mindezekon túl a felsorolt módszerek technikai megoldásai ugyan laboratóriumon kívüli eljárások, de stacionerek, főleg méretük miatt.

## A DETEKTÁLÁS LEHETSÉGES TECHNIKAI ESZKÖZEI KATONAI MŰVELETEK SORÁN

A robbanóanyagok pontos beazonosítására tehát nagy szükség van a katonai műveletek során, a helyszínelési feladatok végrehajtásakor és a tűzszerészhelyszíneken. A műveleti területeken tevékenykedő helyszínelő csoportoknak<sup>52</sup> és tűzszerészcsoporthoz<sup>53</sup> olyan eszközök is elengedhetetlenek, melyek rövid idő alatt képesek azonosítani a robbanóanyagok és egyéb vegyületek mintáit. Erre azért van szükség, mert ugyan a pontatlanságuk nagyobb a laborban végzett analízishoz képest, de az azonnali információ életet menthet a veszélyes környezetben tevékenykedő katonák tekintetében.

Az analízis végrehajtására alapvetően három esetben kerülhet sor:

- hagyományos, katonai eredetű robbanótestek esetén a fő töltet anyagának a meghatározására, de erre kifejezetten ritkán és speciális körülmények között lehet szükség;
- robbantás előtti analíziskor, amikor a bombagyár vagy terroristák logisztikai egységeinek átvizsgálása van folyamatban, de idesorolandó a sikeresen hatástalanított, szétszerelt improvizált robbanótest is;
- robbantás után, amikor egy merénylet helyszínén kell a maradványokból információkat szerezni, de ilyen eset lehet egy improvizált robbanótest robbantással történő megsemmisítése is.

Ezekhez a robbanóanyag-azonosítási feladatokhoz olyan eszköz szükséges, mely praktikusán:

- képes a helyszínen analízist végezni;
- viszonylag kis méretű és tömegű;
- katonai alkalmazásra megfelelő por-, csepp- és ütészálló;
- alkalmazás előtti és utáni karbantartása egyszerű;
- nem igényel bonyolult szerelési tevékenységet;
- nem vagy ritkán igényel központi karbantartást;
- megfelelő méretű adatbázissal rendelkezik a lehetséges vegyületek vonatkozásában;
- az adatok megjelenítésére képes, és azok lementhető, átvihető más eszközökre.

A piacon több olyan eszköz is található, melyek megfelelhetnek ezeknek az elvárásoknak, fontosnak tartjuk azonban legalább egy ilyen készülék bemutatását. A választás pusztán a megfelelő szemléltetés okán esett az alábbi típusra.

A Thermo Fisher Scientific által gyártott Gemini kézi vegyianyag-elemző készülék megfelel a fenti követelményeknek. Több technológiát vegyítve kiküszöböli, hogy több készüléket

<sup>51</sup> Fazekas Ferenc: Az átfogó művelettervezés kialakulása és fő jellemzői. In: Pohl Árpád (szerk.): Biztonság és honvédelem. Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2020, 1345. [https://www.researchgate.net/publication/349008342\\_Az\\_atfogo\\_muvelettervezes\\_kialakulasa\\_es\\_fo\\_jellemzoi](https://www.researchgate.net/publication/349008342_Az_atfogo_muvelettervezes_kialakulasa_es_fo_jellemzoi) (Letöltés időpontja: 2021. 05. 15.)

<sup>52</sup> Az angol szaknyelven: Weapon Intelligence Team – WIT.

<sup>53</sup> Az angol szaknyelven: Explosive Ordnance Disposal Team – EODT.



kelljen egyszerre alkalmazni a pontosabb eredmény érdekében. Ezek a technológiák a Raman-spektroszkópia és az FTIR-spektrométer. Kompakt kialakítású, könnyen hordozható, ütészálló kivitelű eszköz. A vizsgált anyagok szilárdak és folyadékok is lehetnek, melyek robbanóanyagok, ipari vegyi anyagok, vegyi hadviseelés ágensei és különböző elővegyületek, prekursorok is lehetnek.<sup>54</sup>



1. kép Gemini kézi vegyi analízátor<sup>55</sup>

## ÖSSZEGRZÉS

A robbanóanyagok helyszíni azonosítása tehát jelentős biztonsági tényező, mert az azonnali információk katonák életét menthetik meg a műveleti területeken. A katonai helyszínelő és tűzserézsocsoportok nagy hasznát vehetik ezeknek az eszközöknek, melyek a későbbi nyomozati munkához is jelentős eredményeket szolgáltathatnak.

Meg kell említeni, hogy a bemutatott típus a vegyivédelmi szakembereknek is hasznos eszköze lehet, bár ezt részletesen nem vizsgáltuk. A bemutatott eszköz alkalmas lehet katonai műveletekben történő alkalmazásra, paraméterei megfelelnek az elvárásoknak, de hangsúlyozzuk, hogy több megfelelő változat is elérhető.

A műveleti területen folytatott tevékenység során a biztonság fokozása egy soha véget nem érő folyamat, melybe az ilyen robbanóanyag-detektorok és -analízátorok maximálisan beleillenek. Azt azonban nem szabad elfelejteni, hogy a technika rohamosan fejlődik, éppen ezért folyamatosan keresni kell a jövőben az újabb, hatékonyabb megoldásokat.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Almog, Joseph – Zitrin, Shmuel: *Colorimetric Detection of Explosives*. In: Marshall, Maurice – Oxley, Jimmie C. (eds.): *Aspects of Explosive Detection*. Elsevier, Amsterdam, 2009, 41–58.
- Boda József – Boldizsár Gábor – Kovács László – Orosz Zoltán – Padányi József – Resperger István – Szenes Zoltán: *A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök*. Államtudományi Műhelytanulmányok, 2016/16., 6–9. <http://www.med.u-szeged.hu/download.php?docID=90702>
- Daruka Norbert: *Bűnös célú robbanószerkezetek alkalmazásának és hatástalanításának sajátosságai*. Műszaki Katonai Közlöny, 2012/különszám, 26–34. <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2580/1848>
- Eiceman, Gary A. – Schmidt, Hartwig: *Advances in Ion Mobility Spectrometry of Explosives*. In: Marshall, Maurice – Oxley, Jimmie C. (eds.): *Aspects of Explosive Detection*. Elsevier, Amsterdam, 2009, 171–202.
- Eilbert, R. F.: *X-ray Technologies*. In: Marshall, Maurice – Oxley, Jimmie C. (eds.): *Aspects of Explosive Detection*. Elsevier, Amsterdam, 2009, 89–130.
- Fazekas Ferenc: *Az átfogó művelettervezés kialakulása és fő jellemzői*. In: Pohl Árpád (szerk.): *Biztonság és honvédelem*. Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2020, 1345–1384. [https://www.researchgate.net/publication/349008342\\_Az\\_atfogo\\_muvelettervezes\\_kialakulasa\\_es\\_fo\\_jellemzoi](https://www.researchgate.net/publication/349008342_Az_atfogo_muvelettervezes_kialakulasa_es_fo_jellemzoi)

<sup>54</sup> Gemini™ Raman and FTIR Chemical Analyzer with LowDoseID. Thermo Fisher Scientific. <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/GEMINI?SID=srch-srp-GEMINI#/GEMINI?SID=srch-srp-GEMINI> (Letöltés ideje: 2021. 05. 15.)

<sup>55</sup> Uo.

- Gemini™ Raman and FTIR Chemical Analyzer with LowDoseID. Thermo Fisher Scientific. <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/GEMINI?SID=srch-srp-GEMINI#/GEMINI?SID=srch-srp-GEMINI>
- Griffin, Patrick J.: *Nuclear Technologies*. In: Marshall, Maurice – Oxley, Jimmie C. (eds.): *Aspects of Explosive Detection*. Elsevier, Amsterdam, 2009, 59–88.
- Hernád Mária – Kugyela Lóránd: *Risk of Carbon Monoxid Intoxication in Explosions*. Hadmérnök, 2012/2., 56–64. [http://www.hadmernok.hu/2012\\_2\\_hernad\\_kugyela.pdf](http://www.hadmernok.hu/2012_2_hernad_kugyela.pdf)
- Kovács Zoltán: *Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai*. Műszaki Katonai Közlöny, 2012/2., 37–52. <https://docplayer.hu/3985801-Dr-kovacs-zoltan-1-az-improvizalt-robbanoeszkozok-fobb-tipusai.html>
- Kovács Zoltán: *Fontos létesítmények IED elleni védelme*. Műszaki Katonai Közlöny, 2012/különszám, 35–44. <https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/xxii.-evfolyam-2012.-kulonszam.pdf>
- Kovács Zoltán: *Repülőtéri létesítmények fizikai védelme IED ellen*. Repüléstudományi Közlemények, 2014/2., 106–113. [http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2014\\_cikkek/2014-2-10-0160\\_Kovacs\\_Zoltan.pdf](http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2014_cikkek/2014-2-10-0160_Kovacs_Zoltan.pdf)
- Kugyela Lóránd: *A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője*. Katonai Logisztika, 2020/4., 58–75. DOI: 10.30583/2020.4.058; <https://drive.google.com/file/d/1pVJPWuNljVTA0SYSozGUxlQmK7uJffn/view>
- Lapat Attila: *Robbanóanyag-analitikai vizsgálati módszerek alkalmazása az igazságügyi szakértői munkában, szerepük a robbanóanyaggal elkövetett bűncselekmények felderítésében*. Doktori (PhD-) értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2002. <https://docplayer.hu/2643953-Zrinyi-miklos-nemzetvedelmi-egyetem.html>
- Lukács László: *Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből – Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányira és a kor új kihívásaira*. Dialóg Campus, Budapest, 2017. [https://fejlesztisprogramok.uni-nke.hu/document/fejlesztisprogramok-uni-nke-hu/webkicsi\\_Szemelvények\\_magyar\\_robbantastechnika\\_fejlodestortenetebol.pdf](https://fejlesztisprogramok.uni-nke.hu/document/fejlesztisprogramok-uni-nke-hu/webkicsi_Szemelvények_magyar_robbantastechnika_fejlodestortenetebol.pdf)
- Resperger István: *Terrorista szervezetek, módszerek, eljárások*. Szakmai Szemle, 2018/2., 5–30. [https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2018\\_2\\_szam.pdf](https://www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2018_2_szam.pdf)
- Smith, R. C. – Connelly, J. M.: *CT Technologies*. In: Marshall, Maurice – Oxley, Jimmie C. (eds.): *Aspects of Explosive Detection*. Elsevier, Amsterdam, 2009, 131–145.
- Thomas, Samuel W. III – Swager, Timothy M.: *Detection of Explosives Using Amplified Fluorescent Polymer*. In: Marshall, Maurice – Oxley, Jimmie C. (eds.): *Aspects of Explosive Detection*. Elsevier, Amsterdam, 2009, 203–221.
- Vass György – Padányi József: *A terrorizmus finanszírozásának informális pénzközlési rendszerei*. Hadtudományi Szemle, 2016/1., 212–223. [http://epa.oszk.hu/02400/02463/00030/pdf/EPA02463\\_hadtudomanyi\\_szemle\\_2016\\_01\\_212-223.pdf](http://epa.oszk.hu/02400/02463/00030/pdf/EPA02463_hadtudomanyi_szemle_2016_01_212-223.pdf)
- Yinon, Jehuda: *Analysis and Detection of Explosives by Mass Spectrometry*. In: Marshall, Maurice – Oxley, Jimmie C. (eds.): *Aspects of Explosive Detection*. Elsevier, Amsterdam, 2009, 147–169.