

Volarics József¹

Lehetőségek a robbantással elkövetett terrorcselekmények helyszíni adatainak digitális rögzítésére és értékelésére

Possibilities for Digital Recording and Evaluation of On-Scene Data of a Terrorist Attack by Bombing

Absztrakt

Tanulmányom témája a robbantással elkövetett terrorcselekmények helyszíni adatainak digitális rögzítésére és értékelésére szolgáló eszközök és módszerek, valamint ezek integrált rendszerbe foglalásának lehetőségei.

A bevezető részben a NATO és a kriminológia által alkalmazott definíciók segítségével meghatározom a terrorizmus fogalmának saját szempontrendszerem szerinti lényegi elemeit, illetve röviden bemutatom a fizikai erőszak alkalmazásával elkövetett terrorista támadások során leggyakrabban alkalmazott módszereket. Összefoglalom a robbantással elkövetett terrorcselekmények sajátosságait, az ilyen cselekményeket követő elsődleges feladatokat, a szemle során beszerezhető adatok jelentőségét.

Részleteiben tárgyalom a szemle feladatait az alkalmazott robbanóeszköz vonatkozásában, így hatásának dokumentálása, az abból származó tárgytorodékek, anyagmaradványok összegyűjtése tekintetében. Bemutatom a vizuális adatok digitalizálásának alkalmazási lehetőségeit a helyszíni dokumentáció elkészítése során, kiemelve a 3D-technológiák előnyeit. A robbanás okozta fizikai elváltozások tekintetében részletesen tárgyalom az épületkárok és a keletkezett kráter digitális értékelésének módszereit. Ismertetem a robbanóeszközből származó tárgytorodékek, illetve a robbanóanyagból származó anyagmaradványok detektálására alkalmas digitális eszközöket.

¹ Doktori hallgató, Nemzeti Közszerológiai Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, e-mail: volaricsjozsef@gmail.com

Az összegzésben felvázolom a bemutatott technológiák integrált alkalmazásának lehetőségét, a rendszerként való alkalmazás előnyeit.

Kulcsszavak: terrorcselekmény, robbantás, helyszíni szemle, digitalizáció, 3D, detektálás, integrált rendszer

Abstract

The topic of my study is the equipment and methods for recording and evaluating on-scene data of terrorist attacks committed by improvised explosive devices (IEDs), and the possibilities of including them in an integrated system.

In the introduction, I define the essential elements of the concept of terrorism according to my criteria using the definitions used by NATO and criminology. I briefly present the methods most frequently used in terrorist attacks using physical force. I summarise the characteristics of terrorist attacks committed by IEDs, the primary tasks following perpetration, and the significance of the data that can be obtained during the investigation.

I discuss in detail the investigation tasks from the perspective of the explosive device used, such as documenting its effect and collecting object fragments and material residues. I present the possibilities of digitising visual data while preparing on-scene documentation with the advantages of 3D technology. I discuss in detail the methods of digital evaluation of building damage and the resulting crater about the physical effects caused by the explosion. I will describe the digital devices suitable for detecting the fragments from explosive devices and explosives residues.

In the summary, I will outline the possibility of integrated application of the presented technologies and the advantages of applying them as a system.

Keywords: terrorist attack, bombing, crime scene investigation, digitisation, 3D detection, integrated system

Bevezető

A nemzetközi terrorizmus jelensége komplex módon gyakorol hatást a biztonság szinte valamennyi dimenziójára,² meghatározó helyet foglal el az egyes állampolgárok, valamint közösségek biztonságát veszélyeztető,³ illetve az aszimmetrikus és hibrid hadviseléssel összefüggésben jelentkező fenyegetések körében.⁴ Napjaink terrorizmusa rendkívül összetett jelenség, e vonatkozásában az új típusú biztonsági kihívások közé sorolható, ami az érintett szervek részéről összehangolt fellépést igényel. Ez magában foglalja az egyes szervezetek szoros együttműködését, aminek

² Közvetlenül érinti a védelmi, politikai és közbiztonságot, de kihat a gazdasági vagy akár a környezetbiztonság területére is.

³ MÁTYÁS-SALLAI 2015: 336.

⁴ A napjaink poliarchikus nemzetközi környezetében jellemzők az aszimmetrikus, illetve hibrid konfliktusok. Ezek során az egyik leggyakoribb módszer a terrorista szervezetek támogatása, illetve alkalmazása a szemben álló fél gyengítésére. HAUSNER 2022: 121–122.

következtében a terrorizmus elleni küzdelem nem tekinthető más katonai vagy rendőri műveletektől elkülönülő területnek.⁵

Rendőri vonatkozásban a terrorelhárítási műveletek alapvető célja a terrorcselekmény megszakítása és felszámolása, a bizonyítási eszközök összegyűjtése, az elkövetők elfogása, valamint bíróság elé állítása.⁶ A bűncselekmények helyszínén található bizonyítékok felkutatásának, illetve rögzítésének adekvát módszere a helyszíni szemle, amely során az eljáró bűnügyi technikai szervezeti egységek döntően a műszaki és természettudományok eredményeit (eszközeit, módszereit, eljárásait) alkalmazzák a bűnözés elleni harc céljaira.⁷ Fontos körülmény, hogy az alkalmazott eszközök és módszerek kidolgozása és folyamatos fejlesztése is részben a bűnügyi technikai szakterület feladata.

Tanulmányomban a NATO és a kriminológia által alkalmazott definíciók segítségével meghatározom a terrorizmus fogalmának saját szempontrendszerem szerinti lényegi elemeit, illetve röviden bemutatom a fizikai erőszak alkalmazásával elkövetett terrorista támadások során leggyakrabban alkalmazott eszközöket, módszereket. Összefoglalom a robbantással elkövetett terrorcselekmények sajátosságait, az ilyen cselekményeket követő helyszíni szemle feladatait, a szemle során beszerezhető adatok jelentőségét.

Részleteiben tárgyalom a szemle feladatait az alkalmazott robbanóanyagok, illetve robbanóeszközök vonatkozásában, így azok hatásának dokumentálását, az azokból származó tárgytorodékek, anyagmaradványok felkutatását és összegyűjtését. Ismertetem a robbanóeszközökből származó tárgytorodékek, illetve a robbanóanyagból származó anyagmaradványok detektálására alkalmas digitális eszközöket és azok használatát. Bemutatom a vizuális adatok digitalizálásának lehetőségeit a helyszíni dokumentáció elkészítése során, kiemelve a 3D-technológiák alkalmazásának előnyeit. A robbanás okozta fizikai elváltozások tekintetében részletesen tárgyalom az épületkárok és a keletkezett kráterek digitális értékelésének eszközeit, illetve módszereit.

Az összegzésben felvázolom a bemutatott technológiák integrált alkalmazásának lehetőségét, a rendszerként történő alkalmazás előnyeit, alternatívát kínálva a büntetőeljárás szabályainak és a kriminalisztika ajánlásainak maradéktalanul megfelelő, a szükséges technikai eszközparkot, és az ezek működtetéséhez szükséges ismereteket, módszereket felvonultató eljárásrend kidolgozására.

A terrorizmus fogalmi meghatározása

A terrorizmus NATO szerinti definíciója: „Politikai, vallási, vagy ideológiai célkitűzések elérése érdekében kormányok és társadalmak kényszerítésére vagy megfélemezésére tett kísérletben, az egyének vagy javak elleni erőszak törvénytelen alkalmazása, illetve azzal való fenyegetés.”⁸

⁵ MUMFORD 2016: 12.

⁶ BEKE 2022: 50.

⁷ ILLÁR 1984: 6.

⁸ KIS-BENEDEK 2023.

A terrorizmus kriminológiai fogalma:

„A terrorizmus eltérő eszmerendszerekből merítő, sajátos logikának engedelmeskedő, változatos formákat öltő módszeres erőszak-alkalmazás, vagy ezzel való fenyegetés, melynek célja politikai törekvések elérése azáltal, hogy az áldozatban, a nézőközönségben, az államban, a társadalomban megalkuvó magatartás alakuljon ki. A meghirdetett cél általában politikai, ideológiai, vallási, etnikai stb. tartalmú radikális változás kikényszerítése, a cél elérésére alkalmazott cselekménysor. Az eszköz viszont jogi lényegét tekintve köztörvényes, erőszakos bűncselekmény.”⁹

A NATO, illetve a kriminológiai fogalmak közös magatartási eleme az erőszak, vagy az azzal való fenyegetés. A ténylegesen erőszakkal járó támadások során a terroristák különböző módszereket vagy ezek kombinációját alkalmazzák.

A terrorista támadások leggyakoribb módszerei

Guy Fawkes és társai 1605. november 5-én akarták felrobbantani a parlamentet, I. Jakab angol királlyal együtt.¹⁰ A módszer azóta is az egyik leggyakrabban alkalmazottak közé tartozik. A felhasznált anyagok sokfélék lehetnek, katonai és ipari robbanóanyagok, házi készítésű (például műtrágya alapú, vagy triaceton-triperoxid) robbanóanyagok, löporkeverékek. A pusztító hatás növelésére a különböző improvizált robbanóeszközök (angolul: *improvised explosive device*, IED) repeszképző anyagokat tartalmazhatnak (például szegek, csavarok), illetve a töltet határfoka gázpalackokkal, benzinnel teli tárolóedényekkel növelhető. 2005. július 7-én négy öngyilkos merénylő hajtott végre összehangolt támadást Londonban. Három robbantás a metróban történt a reggeli csúcsforgalomban, míg a negyedik egy buszon a délelőtti órákban. A cselekmény 52 ember halálát okozta, a sebesültek száma 770 fő volt.¹¹

ABV¹²-anyagokkal elkövetett támadásokra Európában nem került sor. Térségünkben az ABV-támadásokkal való fenyegetés a terrorista propaganda része, azonban a jövőben a terrorcselekmény elkövetésére alkalmas kémiai, biológiai fegyverek, radiológiai diszperziós eszközök kifejlesztése reális kockázatot jelenthet.¹³ 1995. március 20-án az AUM Shinrikyo terrorista csoport tagjai hajtottak végre szarin alkalmazásával

⁹ GÖNCZÖL 2012.

¹⁰ SCHVÉD 2020.

¹¹ *London bombings of 2005* [é. n.].

¹² A magyar katonai terminológiában használatos ABV, azaz atom, biológiai és vegyi kifejezéssel szemben a rendőrségi szakzsargonban az angol kémiai, biológiai, radiológiai és nukleáris (chemical, biological, radiological, and nuclear) szavakból származó CBRN rövidítés terjedt el. „A nukleáris terrorizmus egyik fenyegető eszközeként jelölik meg számos kiadványban a radiológiai diszperziós eszközöket (RDE). Az RDE-k alkalmasak akár hagyományos robbanóanyag, akár valamely fizikai hatás energiájának felhasználásával radioaktív anyagokat valamely intermedier közegbe diszpergálva környezetének jelentős sugárszennyezésére. A harctereken is veszélyeztető új elem (a nukleáris fegyverektől eltérő RDE) indukálta az NBC- (ABV-) fogalom újabb bővítését és áttérést a CBRN-weapons megnevezés használatára.” KRAJNC 2019: 8–9.

¹³ A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Cselekvési terv a vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris biztonsági kockázatokkal szembeni felkészültség fokozásáról. 2017: 2

összehangolt támadást a tokiói metróhálózat öt vonalán. A támadásnak 19 halálos áldozata és több mint 5000 sérültje volt.¹⁴

A terrorcselekmények végrehajtása lőfegyverek alkalmazásával az elkövetők szempontjából tekintve az egyik leghatékonyabb módszer. Sorozatlövő kézfegyverekkel (például gépkarabélyokkal) felszerelt néhány fős csoport által egy tömegrendezvényen végrehajtott támadás katasztrofális következményekkel járhat. A 2015. november 13-án Párizsban végrehajtott támadások során, a Bataclan koncertteremben történt lövöldözés halálos áldozatainak száma 130 fő volt (ebből 91 fő a koncertteremben), a sebesültek száma meghaladta a 800 főt.¹⁵ A Bataclan elleni támadást végrehajtó Omar Ismail Mostefai, Samy Amimour, illetve Foued Mohamed-Aggad gépkarabélyokkal és robbanó mellényekkel volt felszerelve.¹⁶ A sorozatlövő kézfegyverekkel rendelkező terroristák eredményesen tudják felvenni a harcot a helyszínre általában elsőként érkező, többnyire öntöltő pisztolyokkal felszerelt rendőrökkel szemben. 2015. január 7-én a gépkarabélyokkal felfegyverzett Saïd és Chérif Kouachi Párizsban, a Charlie Hebdo szerkesztőségében végzett 11 áldozattal, további 11-et megsebesítettek. A helyszín elhagyását követően agyonlőttek egy időközben kiérkező rendőrtisztet.¹⁷

A késsel történő támadás az erőszakos terrorcselekmények legprimitívebb formájának tekinthető, a legolcsóbb és legkevesebb felkészülést igénylő módszer, azonban egyúttal a legkevésbé hatékony is, ezért több esetben más támadási formákkal (például gázolással) kombinálva alkalmazták. 2017. június 3-án három terrorista a London Bridge-en egy kisteherautóval a tömegbe hajtott, majd a járművet hátrahagyva a Borough Market városrészben késekkel támadtak az emberekre. A terrorcselekménynek 7 halálos áldozata, illetve 48 sebesültje volt.¹⁸ A támadás elbeszélésének margójára kívánczik az alábbi történet, amely egyben kiváló indikátora a módszer hatékonyságának. A három támadó a Black and Blue étteremben szembetalálta magát Roy Larnernel. A 47 éves Lerner, „B..... meg, én Millwall (szurkoló) vagyok!” kiáltással, puszta kézzel támadt a három késes elkövetőre. Lerner súlyosan megsérült, azonban fellépésének köszönhetően a vendégeknek lehetőségük nyílt a menekülésre. A férfit elnevezték a London Bridge Oroszlánjának, illetve petíció indult, hogy megkapja a György-kereszt kitüntetését.¹⁹

A gépjárművel elkövetett gázolásos támadás (angol kifejezéssel: *ramming*), hatékonyan alkalmazható gyalogosok ellen olyan területeken, ahol a tereptárgyak nem akadályozzák a gyors és folyamatos haladást. A módszer nem igényel komoly előkészületet, szervezést vagy jelentős anyagi eszközöket. 2017. augusztus 17-én Younes Abouyaaqoub, Barcelona La Rambla nevű sétálóutcáján egy bérelt kisteherautóval 80 km/h sebességgel behajtott a tömegbe, majd gyalogosan elmenekült. A támadásnak 13 halálos áldozata volt, további 130 személy megsérült.²⁰

¹⁴ TAMÁSI-FÖLDI 2011: 69.

¹⁵ *Forensics Crime Scene Investigation after Terrorist Attacks* 2022.

¹⁶ DUQUET et al. 2019: 44.

¹⁷ DUQUET et al. 2019: 39.

¹⁸ Index 2017b.

¹⁹ Index 2017a.

²⁰ TÁLAS-SZENTE-VARGA 2017: 73.

A robbantással elkövetett terrorcselekmények sajátosságai

A robbantással elkövetett terrorcselekmények helyszíne többnyire valamilyen tömegrendezvény, vagy egyéb nyilvános, forgalmas hely. A támadás összehangolt akciók sorozatából is állhat, amelyek során az elkövetők különböző módszerek kombinációját is alkalmazhatják. Az egyes helyszíneken számolni kell a másodlagos robbanóeszközök jelenlétével is. Az ilyen típusú terrorcselekményeket követően kialakuló helyzet kezelése nagy erőket igénylő, rendkívül összetett feladat. Mint mindig, elsődleges az élet- és vagyonmentés, a sérültek és a túlélők evakuálása, ellátása, a keletkezett tüzek eloltása, a helyszínen tartózkodó fegyveres elkövetők semlegesítése, további robbanóeszközök felkutatása érdekében a helyszín átvizsgálása, a robbanás következtében fellépő veszélyhelyzetek (például sérült épületszerkezetek, közművek) kezelése stb. Mindezen körülmények a helyszíni szemle eredményességét negatívan befolyásolják.

Az egyik legfontosabb kérdés, hogy magányos elkövetőről vagy csoportról van-e szó, ez(ek) valamilyen szervezethez tartoznak-e. A robbantással elkövetett úgynevezett öngyilkos merényleteket végrehajtó személyek többnyire életüket vesztik. Más esetekben, például telepített, távirányított robbanóeszköz alkalmazásakor az elkövetők az elfogásukra irányuló intézkedés során a rendvédelmi szervek tagjaival folytatott tűzharc alkalmával halnak meg. Ilyen módon a szűkebb értelemben vett elkövető(k) kilétének, személyazonosságának megállapítása a holttest(ek) azonosításával történhet meg. Ugyanakkor ez esetben a nyomozó hatóságok nem számíthatnak az elkövető kihallgatásából származó információkra.

A helyszíni szemle során beszerezhető nagy fontosságú információhalmaz forrása az elkövetés eszközének, azaz a robbanóeszköznek, illetve a robbanóanyagoknak a maradványai. Jelentőségük abban rejlik, hogy segíthetnek további két lényegi kérdés megválaszolásában:

- Ki készítette az eszközt?
- Honnan származnak az alkotóelemek?

Ezek az információk fontos elemei a terrorcselekmény felderítésének és a bizonyítási eljárásnak, továbbá hozzájárulhatnak további bűncselekmények megelőzéséhez akár a konkrét ügyszökhöz kötődően, akár jövőbeni hasonló eszközzel, anyagokkal vagy módon elkövetett cselekmények tekintetében.

A robbantással elkövetett terrorcselekmények helyszíni szemléjének specifikumai

A helyszíni szemle lefolytatását megelőzi a helyszín tűzszerész szolgálat általi átvizsgálása. Ennek során az el nem működött, illetve másodlagos robbanóeszközök, intakt robbanóanyagok felkutatására, összegyűjtésére és a helyszínről elszállítására kerül sor.

A helyszínen felkutatott és rögzített tárgy töredékek, anyagmaradványok és nyomok alapján történik az alkalmazott eszköz rekonstrukciója. Ez magában foglalja az alábbiakat:²¹

- az eszköz típusának,
- a robbanótöltet fajtájának, nagyságának,
- a gyújtószerkezet típusának,
- az indítás módjának meghatározását.

E tekintetben a helyszíni szemle fő feladatai:

- A robbanóeszköz pusztító hatásának pontos, szakszerű dokumentálása:²²
 - a nyomásváltozás (lökéshullám) okozta pusztítás (zúzó hatás);
 - a keletkezett kráter fizikai méretei, jellemzői;
 - elsődleges, azaz a robbanóeszközből származó, illetve másodlagos, a környezeti tárgyakból származó fragmentációs hatás.
- A robbanóeszköz maradványainak összegyűjtése. Improvizált robbanóeszközök esetén a robbanótölteten túl a fő szerkezeti elemek: gyújtószerkezet (katonai gyutacsok, bányászati detonátorok, harcanyagokból kinyert, illetve improvizált gyújtók), indítószerkezet (mechanikus, időzített, irányított – közvetlen, vezetékes, vagy rádióirányítású – szerkezetek). Kiegészítő szerkezeti elemek lehetnek repeszképző anyagok (szeg, csavar), áramforrások stb.²³
- A robbanótöltetből származó anyagmaradványok összegyűjtése, mintavételezése. A robbanótöltet lehet katonai (katonai robbantástechnikában alkalmazott préselt vagy plasztikus, illetve fel nem robbant harcanyagokból kinyert), ipari, valamint házilag előállított (angolul: *home made explosives*, HME) robbanóanyag.²⁴ Az anyagmaradványok lehetnek makroszkopikus, szemmel látható (lőporkeverékek, házi előállítású elegyek, egyéb okból nem megfelelően működő robbanóanyagok maradványai), illetve kis mennyiségű, szabad szemmel nem látható anyagmaradványok (gőzök, szilárd felületeken abszorbeálódott részecskék stb.).²⁵

E feladatok szakszerű végrehajtása tűzszerész²⁶ és vegyész szakértő²⁷ bevonásával végezhető el.²⁸

²¹ LAPAT 2002: 34.

²² LAPAT 2002: 35–37.

²³ KOVÁCS 2012: 39.

²⁴ KOVÁCS 2012: 39.

²⁵ LAPAT 2002: 38–39.

²⁶ Technical Working Group for Bombing Scene Investigation 2000: 27.

²⁷ LAPAT 2002: 42.

²⁸ A tűzszerész szaktanácsadói minőségben segíti a nyomozó hatóság munkáját. Például egy robbantással elkövetett terrorcselekmény helyszínén közreműködik a robbanóeszköz maradványainak a felkutatásában.

A szemle vizuális adatainak digitális rögzítésére alkalmazható eszközök és eljárások

A büntetőeljárásról szóló 2017. évi XC. törvény 207. § (2) bekezdése szerint:

„A szemle alkalmával a bizonyítás szempontjából jelentős körülményeket részletesen rögzíteni kell, így különösen a szemletárgy felkutatásának, összegyűjtésének menetét, módját, helyét és állapotát. A tárgyi bizonyítási eszközök felkutatása, rögzítése és biztosítása során úgy kell eljárni, hogy az eljárási szabályok megtartása utólagosan is ellenőrizhető legyen. A szemle tárgyáról, ha lehetséges és szükséges, kép-, hang-, illetve kép- és hangfelvételt, rajzot vagy vázlatot kell készíteni, és azt a jegyzőkönyvhöz kell csatolni.”²⁹

A kriminalisztikai fénykép- és mozgóképfelvételek elkészítésére vonatkozó szakmai szabályokat és ajánlásokat módszertani útmutatók tartalmazzák.³⁰ Hazánkban az 1990-es évek második felében vezették be a krimináltechnikai céllal alkalmazott digitális fényképezőgépeket. A digitális fényképezés, mozgóképrögzítés, mint a szemle vizuális adatainak rögzítésére alkalmazott technológia, az azóta eltelt időben egyed-uralkodóvá vált. Itt szükséges megjegyezni, hogy a helyszínre elsőként kikerülő, az élet- és vagyonmentést, illetve egyéb elsődleges intézkedést végrehajtó szervezeti egységek (BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Országos Mentőszolgálat, Rendőrség stb.) tagjai által viselt testkamerák,³¹ illetve az esetlegesen alkalmazott drónok kameráinak felvételei a szemle megkezdése előtti állapotok, folyamatok tekintetében pótolhatatlan, releváns információk forrásai lehetnek.

A vizuális információk háromdimenziós rekonstrukciójának kriminalisztikai alkalmazása az elmúlt évtizedben jelent meg. E technológiák lehetőséget nyújtanak egy adott objektum tetszőleges nézetből való megtekintésére, ezáltal a dokumentáció olyan információkat is tartalmazhat, amelyek a kétdimenziós fényképfelvételekből nem nyerhetők ki.³² További előnyt kínál a mérések, jelölések (például egyes tárgyi bizonyítási eszközök lokalizációja, löirány stb.) elvégzésének lehetősége a 3D-modellben.

Kriminalisztikai célú térbeli rekonstrukció létrehozására a 3D optikai szkennerek és a fotogrammetriai eljárás alkalmazható eredményesen. A 3D optikai szkennerek fényt kibocsátva, majd a visszavert fényt érzékelve határozzák meg a környezet egyes pontjainak a szkennertől való távolságát, így egy mérési pontokból álló háromdimenziós pontfelhőt készítenek, amely térbeli modellé alakítható. Két fő típusuk a lézer- és a strukturálfény-szkennerek.³³ A fotogrammetriai eljárás során a tárgyak térbeli helyzetének, illetve a környezet térbeli struktúrájának rekonstruálása egymással átfedésben lévő, kissé eltérő térbeli pozícióból készített fényképfelvételek alapján történik az erre szolgáló fotogrammetriai szoftverek alkalmazásával.³⁴

²⁹ 2017. évi XC. törvény a büntetőeljárásról.

³⁰ PETRÉTEI 2014: 25–33.

³¹ PETRÉTEI 2020.

³² UJVÁRI–METZGER 2024: 90.

³³ UJVÁRI–METZGER 2024: 94–98.

³⁴ UJVÁRI–METZGER 2024: 99.

A Községi Kutatási és Fejlesztési Információs Szolgálat (angolul: Community Research and Development Information Service, CORDIS) 2012–2015 között folytatott Hyperion projektje során kifejlesztett 3D-technológia az optikai szkennerek és a fotogrammetria kombinációját alkalmazza. A mérőegységet egy strukturált fény szkennerek, egy sztereó fényképezőgép, valamint egy inerciális mérőegység (angolul: *inertial measurement unit*, IMU) modul alkotja. Utóbbi részegység a kamera pozíciójának, illetve tájolásának pontos rögzítését szolgálja, ezáltal biztosítva a térbeli rekonstrukció nagy pontosságát.³⁵

A robbantásos cselekmények tekintetében a digitális 3D-modell lehetővé teszi a helyszínt, az abban található objektumokat, illetve a robbanás által okozott fizikai elváltozások összességében, összefüggésében való vizsgálatát, mégpedig a helyszíni szemlekorai állapotnak megfelelő kondícióban, tetszőleges időben és alkalommal.

A robbanás okozta fizikai elváltozások digitális értékelésének lehetőségei

Az inverz robbanás analízis (angolul: *Inverse Explosion Analysis*, IEA) eszközökkel a robbanótöltet tömegének megállapítására irányuló számítások végezhetők a robbanás által okozott pusztítás alapján. E számítási modellek a robbanótöltet tömegének elsődleges becslésére alkalmasak. A számítások alapját a robbanás során bekövetkezett épületkárosodás, ablaktörés, a keletkezett kráter méretbeli sajátosságai képezhetik, míg a törmelék repülési távolsága kiegészítő információk forrásaként szolgálhat.³⁶

Az épületkárok és ablaktörések esetében a módszer alapját a kár mértékének, a töltet tömegének, valamint az épület és a robbanás közötti távolságnak az összefüggései adják. Az eljárás lényege, hogy amennyiben egy struktúra, például ablak épen maradt, úgy a távolság és az alkalmazott robbanóanyag figyelembevételével maximum, ha pedig azt a robbanás teljesen megsemmisítette, minimum töltettömeg állapítható meg. A részlegesen sérült épületek esetében a módszer előzetesen meghatározott, a teljes megsemmisülés (amely a falazat legalább 75%-ának lerombolását jelenti) és az ép állapot között elhelyezkedő, tapasztalati úton megállapított kategóriákkal operálva, a távolság függvényében, ekvivalens TNT-tömegben adja meg az alkalmazott robbanóanyag mennyiségét. A módszer szórását, azaz a hibaszázalékot növelik az alábbi körülmények:

- A robbanás epicentrumának lokalizálása során fellépő nehézségek. Például nem keletkezett kráter, vagy a robbanás utáni tűz következtében megsemmisültek a nyomok.
- Az alkalmazott robbanóanyag működéséből eredő bizonytalanságok. Például különböző okokból nem megfelelően működő vagy változó összetételű HME-anyagok.
- A beépített területek esetén az épületek árnyékoló hatása és a töltet elhelyezési pontjához, illetve a robbanási hullám terjedésének irányához viszonyított tájolása.³⁷

³⁵ European Commission 2016b: 9.

³⁶ European Commission 2016b: 13.

³⁷ VAN DER VOORT et al. 2015: 11–12.

A Hyperion projekt során a Holland Alkalmazott Tudományos Kutatóintézet (hollandul: Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek, TNO) által kifejlesztett IEA eszköz statisztikai módszert alkalmaz a három számítási mód (azaz a minimum- és maximumértékek, továbbá az adott mértékű károsodáshoz kötött érték) kombinálásával a töltettömeg megadásához.³⁸

Az épületek árnyékoló hatása okozta számítási hibák kiküszöbölésére a folyadékok és gázok áramlásának szimulálására szolgáló számítási folyadékdinamikai (angolul: *computational fluid dynamics*, CFD) szoftverek használata kínál megoldást.³⁹

A robbanótöltet tömege a robbanás során a talajban keletkező kráter mérete alapján is meghatározható. A folyamatot jelentősen befolyásolja a talajszerkezet, a robbanóanyag működése, illetve az a körülmény, ha a robbanás egy gépjármű alatt történik. Azonos tömegű töltetek robbanása során az agyagos talajokban nagyobb, a homokos talajokban kisebb, a vegyes talajokban közepes méretű kráterek képződnek. A talaj nedvességtartalmának növekedése nagyobb krátereket eredményez.⁴⁰ A HME-anyagokra jellemző változó, többnyire az optimális hatékonyság alatti működésből eredő hibák kiküszöbölésére az Egyesült Államok Hadseregének Hírszerző és Biztonsági Parancsnoksága Harci Eseményeket Elemző Részlegének (angolul: *Combat Incident Analysis Division*, CIAD) kutatásai alapján bevezették az effektív nettó robbanótömeg (angolul: *effective net explosive weight*, E-NEW) fogalmát, amely a krátert létrehozó robbanáshoz hatékonyan hozzájáruló robbanóanyag-mennyiséget jelöli.⁴¹

A kráterek elemzésére kifejlesztett, hazánkban is ismert szoftver a Caldera, amely elemzési és előrejelzési módban is alkalmazható. Elemzési módban a kráterméret (szélesség, illetve mélység), a talaj jellemzőinek (talajtípus, víztartalom és sűrűség), a robbanóanyag típusának megadása, illetve annak a körülménynek a rögzítése alapján, hogy a töltet felett volt-e a robbanás pillanatában gépjármű, a program megadja a robbanótöltet E-NEW értékét, illetve a töltet elhelyezésének mélységére vonatkozó adatokat. Előrejelzési módban a talaj tulajdonságai, az alkalmazott töltet jellemzői (robbanóanyag-típus, E-NEW érték), a töltet elhelyezési mélysége, valamint a gépjármű alatti működés körülményének figyelembevételével számolja ki a várható kráterméretet.⁴²

Helyszíni detektálás és digitalizáció

A vizsgálatok tapasztalatai alapján a robbantással elkövetett cselekményeket követően a robbanóanyagból származó anyagmaradványok mérhető mennyiségben és koncentrációban találhatók meg a helyszínen.⁴³ E maradványok legnagyobb koncentrációja a robbanás epicentrumának környezetében a talajon, az érintett épületeken és a keletkezett törmeléken lokalizálható, de terjedésüket befolyásolja a szélirány, illetve

³⁸ European Commission 2016b: 13–14.

³⁹ VAN DER VOORT et al. 2015: 21.

⁴⁰ COLLAZO-PAYNE-THOMAS 2014: 5.

⁴¹ COLLAZO-PAYNE-THOMAS 2014: 3.

⁴² COLLAZO-PAYNE-THOMAS 2014: 5.

⁴³ European Commission 2016b: 6.

a környező épületek elhelyezkedése is. Jelentőségük abban rejlik, hogy vizsgálatukkal meghatározható a bűncselekmény során alkalmazott robbanóanyag.⁴⁴

Az anyagmaradványok helyszíni kimutatására és előzetes elemzésére a különböző kézi spektrométerek alkalmazhatók. Legelterjedtebbek a Raman és az IR- (infravörös) eszközök, mindkettő a rezgési spektroszkópia tárgykörébe tartozik, előbbi a fény-szóródás, utóbbi a fényelnyelés elvét alkalmazza. A Hyperion projekt során mindkét technológiát tesztelték stand-off⁴⁵ detektorként, a kísérletek során Raman eszközzel 25 m,⁴⁶ IR spektrométerrel 10,2 m távolságból⁴⁷ hajtottak végre sikeres méréseket. A Raman spektroszkópiához kapcsolódó innovatív technológia a Raman-képalkotás (Raman Imaging). Az eljárással létrehozott színes képet alkotó pixelek mindegyike egy-egy Raman-spektrumnak felel meg, létrehozva a minta kémiai összetételének térbeli ábrázolását. Az eljárással megjeleníthető a molekulák térbeli eloszlása, illetve egyszerűsíthető a mintavételek végrehajtása.

A félvezetőt tartalmazó elektronikus eszközök felderítésére szolgálnak a Non-linear Junction (NLJD) detektorok.⁴⁸ Ezekkel az eszközökkel a kikapcsolt vagy már üzemképtelen, lemerült eszközök is felkutathatók, így alkalmasak az IED eszközökből származó elektronikus alkatrészekből származó tárgytöredékek felkutatására is.⁴⁹

Összegzés

A helyszín vizuális adatainak térbeli rekonstrukciójára a rendelkezésre álló 3D-technológiák, azaz a lézerszkennerek, illetve fotogrammetriai eljárás, valamint ezek kombinációja alkalmazható. A digitális 3D-modell biztosítja a helyszín szemlekorai állapotában való utólagos vizsgálatát bármely nézőpontban, lehetőséget nyújt mérések és jelölések alkalmazására, a helyszín és az ott található objektumok összességében és összefüggéseiben való értékelésre, következtetések levonására (például a robbanás epicentruma, azaz az IED lokalizációja, a pusztítás kiterjedése, a törmelék kiszóródásának iránya, távolsága stb.).

A Raman- és IR-spektrometria elvén működő stand-off detektorok segítségével a szemle statikus szakaszában biztonságos távolságból vizsgálhatók a hot spotok, illetve robbanóanyagok, robbanóanyag-maradványok. A szemle dinamikus szakaszában a robbanóanyagok, illetve azok maradványainak mintavételezését, vagy eredetben való biztosítását megelőzően kézi spektrométerekkel előzetes, helyszíni vizsgálatok végezhetőek a robbanóanyag típusának megállapítására. A spektrometria nyújtotta lehetőségeket tovább bővíti a Raman képalkotó technológia, amely alkalmas a robbanóanyagokból származó anyagmaradványok térbeli eloszlásának képi ábrázolására.

⁴⁴ Rizzo et al. 2022: 1.

⁴⁵ A biztonságos távolságról, állványon elhelyezett eszközzel végrehajtott mérésre alkalmas detektortechnológiát jelölő angol kifejezés, amelynek jelenleg még nincs elfogadott magyar nyelvű megfelelője.

⁴⁶ European Commission 2016b: 7.

⁴⁷ European Commission 2016b: 14.

⁴⁸ E detektortípus megnevezésére az angol nyelvű rövidítést (NLJD) alkalmazzák a magyar nyelvű szakirodalomban is.

⁴⁹ European Commission 2016a: 4.

Az IED eszközök elektronikus alkatrészei (indító- és időzítő szerkezetek), illetve az ezekből származó tárgytorodékek felkutatása NLJD detektorokkal végezhető el.

Az IEA-szoftverek alkalmazásával a robbanás pusztító hatása (például a keletkezett kráter, illetve épületkárok) alapján számítások végezhetők a robbanótöltet tömegének megállapítására.

További lehetőségek rejlenek a nyomok, anyagmaradványok, tárgytorodékek lokalizációjára, rögzítésére, előzetes vizsgálatára vonatkozó adatoknak a felügyeleti lánc biztosításával a helyszín 3D-modelljébe integrálásában. A 2012–2015 között folytatott Hyperion (Hyperspectral imaging IED and explosives reconnaissance system),⁵⁰ illetve FORLAB (Forensic Laboratory for in-situ evidence analysis in a post blast scenario)⁵¹ projektek során a különböző detektálási technikákkal végzett vizsgálatok helyét, illetve eredményét megközelítőleg valós időben integrálták a helyszín digitális térbeli modelljébe.

A cikk a 2024. október 15-i II. Alverad-Bánki Nemzetközi Kiberbiztonsági Konferencián elhangzott előadás kivonata.

Felhasznált irodalom

- BEKE József (2022): *A terrorelhárítás kialakulása és fejlődése Magyarországon a hidegháborúban a „C-79-es” akta tükrében*. PhD-disszertáció. Nemzeti Közszerológati Egyetem Rendészettudományi Doktori Iskola. Online: <https://doi.org/10.17625/NKE.2023.051>
- COLLAZO, Félix L. Santiago – PAYNE, Joshua E. – THOMAS, Cameron D. (2014): *Evaluation and Optimization of the Random Forest Algorithm for Crater Analysis*. Engineering Research and Development Center of the U.S. Army Corps of Engineer and University of Puerto Rico at Mayagüez. Online: www.researchgate.net/publication/264810020_Evaluation_and_Optimization_of_the_Random_Forest_Algorithm_for_Crater_Analysis#fullTextFileContent
- DUQUET, Nils – KBILTSETSKHLASHVILI, Nino – KHAN, Istiaq – WOODS, Eric (2019): *Armed To Kill. A Comprehensive Analysis of the Guns Used in Public Mass Shootings in Europe between 2009 and 2018*. Brussels: Flemish Peace Institute.
- Európai Bizottság (2017): *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Cselekvési terv a vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris biztonsági kockázatokkal szembeni felkészültség fokozásáról*. COM(2017) 610 final. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0610&from=EN>
- European Commission (2016a): *Forensic Laboratory for in-situ evidence analysis in a post blast scenario. Final Report Summary – FORLAB (Forensic Laboratory for in-situ evidence analysis in a post blast scenario)*. Online: <https://cordis.europa.eu/project/id/285052/reporting>

⁵⁰ European Commission 2016b: 4.

⁵¹ European Commission 2016a: 4.

- European Commission (2016b): *Hyperspectral Imaging IED and Explosives Reconnaissance System. Final Report Summary – HYPERION (Hyperspectral Imaging IED and Explosives Reconnaissance System)*. Online: <https://cordis.europa.eu/project/id/284585/reporting>
- Forensics Crime Scene Investigation after Terrorist Attacks (2022). Előadás. Saint Malo: Thematic course 2205.
- GÖNCZÖL Katalin – KEREZSI Klára – KORINEK László – LÉVAY Miklós szerk. (2012): *Kriminológia – szakkriminológia*. Budapest: CompLex. Online: https://mersz.hu/hivatkozas/wk54_287
- HAUSNER Gábor szerk. (2022): *Honvédelmi alapismeretek*. Budapest: Ludovika. Online: <https://doi.org/10.1556/9789634549543>
- ILLÁR Sándor szerk. (1984): *Krimináltechnika*. Budapest: BM Könyvkiadó.
- Index (2017a): Pusztá kézzel ment neki a londoni terroristáknak a Millwall-szurkoló. *Index*, 2017. június 6. Online: <https://index.hu/kulfold/2017/06/06/pusztaz-kezzel-ment-neki-a-londoni-terroristaknak-a-millwall-szurkolo/?token=ed4e9f51c-2f5ed8d877b6ae99c4dbb98>
- Index (2017b): Terrortámadás Londonban: gázolás, késelés, hét halott, 48 sérült. *Index*, 2017. június 4. Online: <https://index.hu/kulfold/2017/06/03/gyalogosokat-gazolt-el-egy-furgon-a-london-bridge-en/>
- KIS-BENEDEK József (2023): *A terrorizmus megelőzése és felderítése*. Előadás. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem.
- KOVÁCS Zoltán (2012): Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(2), 37–52. Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_2_03%20IED-k%20fobb%20típusai%20-%20Kovacs%20Z.pdf
- KRAJNC Zoltán főszerk. (2019): *Hadtudományi lexikon – Új kötet*. Budapest: Dialóg Campus.
- LAPAT Attila (2002): *Robbanóanyag-analitikai vizsgálati módszerek alkalmazása az igazságügyi szakértői munkában, szerepük a robbanóanyaggal elkövetett bűncselekmények felderítésében*. PhD-disszertáció. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem. Online: <http://hdl.handle.net/20.500.12944/11960>
- London bombings of 2005 [é. n.]. Online: www.btp.police.uk/police-forces/british-transport-police/areas/about-us/about-us/our-history/london-bombings-of-2005/
- MÁTYÁS Szabolcs – SALLAI János (2015): Objektív és szubjektív biztonság néhány magyar nagyvárosban. In HERVAINÉ SZABÓ Gyöngyvér (szerk.): *A 21. század elejei államiság kérdőjelei*. Székesfehérvár: Kodolányi János Főiskola, 335–407.
- MUMFORD, Andrew (2016): *The Role of Counter Terrorism in Hybrid Warfare. A report prepared for NATO's Centre of Excellence for Defence Against Terrorism (COE DAT)*.
- PETRÉTEI Dávid (2014): Álló- és mozgókép készítése, helyszínvázlat, helyszínrajz. In GÁRDONYI Gergely (szerk.): *Módszertani útmutató 1. bűnügyi technikusok részére*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 25–33. Online: https://rtk.uni-nke.hu/document/rtk-uni-nke-hu/Modszertani_utmutato_1_bunugyi_techikusok_reszere.pdf
- PETRÉTEI Dávid (2020): A kriminalisztikai fényképezés egyes aktuális kérdései. *Magyar Bűnüldöző*, 11(1–2), 12–22.

- RIZZO, A. – TELLOLI, C. – UBALDINI, A. – OTTAVIANO, G. – SALVI, S. (2022): Fast Characterization of Compounds and Components of Explosives. *The European Physical Journal Plus*, 137. Online: <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-022-02404-4>
- SCHVÉD Brigitta (2020): „Emlékezz, emlékezz november ötödikére...” – Az 1605. évi lőporos összeesküvés és a Guy Fawkes-nap történeti hagyománya. *Újkor*, 2020. november 5. Online: <https://ujkor.hu/content/emlekezz-emlekezz-november-otodike-re-az-1605-evi-loporos-osszeeskuves-es-guy-fawkes-nap-torteneti-hagyomanya>
- TÁLAS Péter – SZENTE-VARGA Mónika (2017): A 2017. augusztusi spanyolországi terrortámadásokról. *Nemzet és Biztonság*, 10(5), 70–78. Online: http://real.mtak.hu/95605/1/nb_2017_05_06_talas_p-szente-varga_m_-_a_2017_augusztusi_spanyolorszagi_terrortamadasokrol.pdf
- TAMÁSI Béla – FÖLDI László (2011): A tokiói metróban végrehajtott szarin támadás katasztrófavédelmi aspektusai. *Hadmérnök*, 6(3), 68–78. Online: http://hadmer-nok.hu/2011_3_tamasi_foldi.pdf
- Technical Working Group for Bombing Scene Investigation (2000): *A Guide for Explosion Bombing Scene Investigation Section A. Procuring Equipment and Tools*. Washington D.C.: U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs National Institute of Justice. Online: www.ojp.gov/pdffiles1/nij/181869.pdf
- UJVÁRI Zsolt – METZGER Máté (2024): A fotogrammetria kriminalisztikai alkalmazása – tudományosan megalapozott módszerek fényképezőgép segítségével történő 3D képrögzítéshez. *Rendőrségi Tanulmányok*, (Különszám), 78–220. Online: <https://doi.org/10.53304/RT.2024.ksz.02>
- VAN DER VOORT, M. M. – VAN WEES, R. M. M. – BROUWER, S. D. – VAN DER JAGT-DE-UTEKOM, M. J. – VERREAULT, J. (2025): Forensic Analysis of Explosions: Inverse Calculation of the Charge Mass. *Forensic Science International*, 252, 11–21. Online: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.04.014>