

Román Zsolt¹ – Nagy Róbert²

NAGYSZABÁSÚ ROBBANTÁSOS MERÉNYLETEK JELLEMZŐI A KÖZEL-KELETI HADSZÍNTEREK ALAPJÁN³

Az utóbbi években a közel-keleti erőszakos robbantások többségét autóbombás öngyilkos merényletek formájában követték el. Ezeknek a nagyszabású robbantásoknak gyakran városi környezetben elhelyezkedő épületek a célpontjai. A támadásokról és azok előkészületeiről készült video felvételek katonai szempontból igen hasznosak lehetnek. Jelen cikk célja, hogy tanulságokat vonjon le az említett támadásokra vonatkozóan: az autóbombákban használt töltet tömege, a szerkezeti elemek viselkedése és a lehetséges védelmi lehetőségek is vizsgálatra kerülnek.

PROPERTIES OF SVBIED ATTACKS AND RELATED BUILDING DAMAGES BASED ON MIDDLE EAST CONFLICTS

In recent years, violent purpose bombings mainly consisted of suicide attackers using car bombs in the Middle East. These large scale bombings are usually carried out against buildings in urban environment. Video footages of the preparations and the attacks are very valuable from a military point of view. The aim of this paper is to draw conclusions on the properties of these attacks: the general charge weight of VBIED is approximated, and we point out some important issues regarding structural response and protection methods against these blast effects.

1. A VIZSGÁLT TÁMADÁSOK BESOROLÁSA

Az általában robbantásos merényletnek, vagy terrorista robbantásoknak nevezett akciók között többféle szempontból is különbséget lehet tenni. Egyik szempont a térség, ahol a támadást végrehajtják, másik szempont az elkövetők ideológiai háttere, avagy az indíték, de megkülönböztető szempont lehet a támadás célpontja is. Nagy jelentőségű az a gyakran használt megkülönböztetés is, amikor a támadáshoz felhasznált robbanóanyag mennyisége és egyéb elkövetési módhoz köthető jellemzők alapján kerülnek összehasonlításra a merényletek.

Jelen cikk keretein belül ez utóbbi szempont alaposabb tanulmányozásának következtetései, megállapításai kerülnek bemutatásra. A tanulmányozás alapjául – egyedi módon – a rendelkezésre álló videofelvételek szolgálnak. Nem teszünk különbséget az elkövetési helyszínek között, de a támadások gyakorisága, és az időszerűség miatt összességében csak a közel-keleti helyszíneket vesszük alapul, így csecsenföldi, iraki, algériai és afganisztáni merényletekkel foglalkozunk.

A videofelvételek forrásai egyrészt a támaszpontok biztonsági kameráinak felvételei, média felvételek, másrészt – és nagyobb részt – a terrorista csoportok sajátkészítésű propaganda felvételei. Utóbbiból esetenként betekintést kaphatunk az autóbomba összeszerelésébe, és lehetővé válik a használt eljárások, robbanóanyagok jellegére vonatkozó információk megismerése is.

¹ MSc okleveles építőmérnök, Phd hallgató, NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola, zsolt.roman@ymail.com

² MSc okleveles építőmérnök, Phd hallgató, NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola, nagy.robi.86@gmail.com

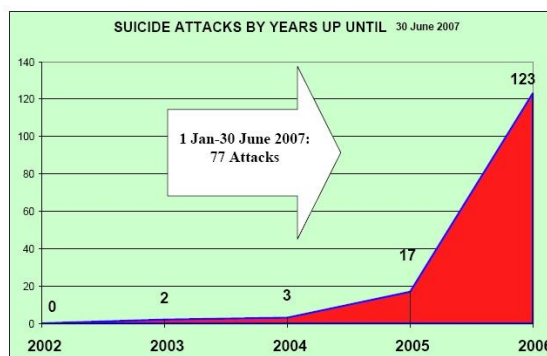
³ Lektorálta: Prof. dr. Lukács László, egyetemi tanár, NKE HHK, lukacs.laszlo@uni-nke.hu

2. A TÁMADÁSOK HÁTTERE

Az első öngyilkos merényletek még jóval 2001. szeptember 11-e előtt megjelentek a modern történelemben, azonban gyakorivá válásuk a jellemzően iszlám szélsőségekkel küzdő térségek 21. századi jelensége lett. Gépjárművekbe rejtett bombával már az IRA is hajtott végre támadásokat, ám ezek nem öngyilkos merényletek voltak. Volt eset, hogy telefonon értesítették a hatóságokat a robbantásról, hogy legyen idő a környék evakuálására (1996-os IRA támadás Manchesterben). Ebben az esetben az anyagi károkozás, a figyelemfelkeltés, és a brit kormány tekintélyének gyengítése volt a cél. Ettől eltérően az iszlám szélsőségesek támadásai egyértelműen emberi áldozatokra összpontosítanak, melyet jól kifejez a 9/11-es támadások egyik résztvevőjének, Wail al-Shihri-nek a kijelentése:

„... és mikor elkezdtünk azután kutatni ... hogy mi gyengíti őket a legjobban, és mivel húzhatjuk át számításainkat, úgy találtuk, hogy az öngyilkos merénylettel tudjuk a legjobban terrorizálni az ellenséget, és a legnagyobb csapást mérni rájuk. Különösen akkor, amikor a hagyományos támadások már nem kivitelezhetők.”

Akár Csecsenföldön, akár Irakban, akár Afganisztánban történt robbantásokról beszélünk, minden esetben iszlám szélsőségesek az elkövetők, mégis, árnyalatnyi különbségek vannak a térségek között. Csecsenföldön az öngyilkos merénylők indíttatása elsősorban bosszúvágy az orosz-csecsen háborúban elszenvedett sérelmekért. Az elkövetők többsége jellemzően nem propagálja ideológiai megfontolásait a támadások előtt, vagy után, ami szintén inkább bosszúállást sejteti a háttérben, és nem ideológiai fanatizmust. A jellemző célpontok az orosz kormányhivatalok, katonai konvojok, katonai objektumok voltak.



1. ábra Az afganisztáni öngyilkos merényletek száma 2002-2007 [4]

A 80-as, 90-es években történt nagy robbantásos merényletekért (1993 WTC, 1996 Khobar, 1998 Nairobi) az Al-Kaida és ideológiai szövetségeseik voltak a felelősök. Az afganisztáni hadszíntér 2001-es megnyitása óta a tálib felkelők, és a szomszédos, törzsi területeken rejtőző Al-Kaida egymással karöltve nagyszabású öngyilkos merényletek sorozatát követte már el, és a támadások száma folyamatosan növekszik (1. ábra). Az elkövetők motivációja alapvetően az ideológiai fanatizmusban gyökerezik, ennek megfelelően gyakran készítenek felvételeket, egyrészt toborzási, propaganda célokra, másrészt a nézeteik népszerűsítésére, üzeneteik célba juttatására. A térség földrajzi adottságainak megfelelően sok az elhagyatott területen létesített támaszpont, így a támadások egy része ilyen elszigetelt célpontok ellen történik, ugyanakkor nem riadnak vissza a civilek áldozatokat követelő városi robbantásoktól sem.

Irakban a háború megkezdése után a megdöntött rezsim hívei alkották az ellenség magvát, majd ez 2005-től, az Al-Kaida beszivárgásával megváltozott. A háború legintenzívebb időszakában - néhány éven keresztül - Irakban két különböző ideológiát valló irányzat harcolt a szövetséges erők ellen. Egyik a „nemzetinek” hívott vonal, amely mérsékeltebb, magát hazafiaknak tituláló csoportokat ölelt fel, a másik a többnyire külföldi Al-Kaida tagokból álló, a nemzetközi terror-szervezethez köthető csoportok összessége. Míg előbbieket igyekeztek fenntartani magukról azt a képet, hogy ők nem gyilkolnak ártatlanokat, addig az Al-Kaida erőszakkal szerzett lakossági „támogatást” magának, alapvetően a terrort használta eszközként mind a lakosság, mind a szövetséges erők ellen. Az Al-Kaida támadásai rendszerint ártatlan áldozatokkal jártak, és gyakran alkalmaztak öngyilkos merénylőket, míg a „nemzeti”-nek hívott csoportok részéről efféle nagyszabású robbantásos merénylet nem volt tapasztalható.

Az algériai merényleteket szintén egy olyan csoport (GSPC) követi el, amely az algériai polgárháborút követően szövetségre lépett az Al-Kaidával, és a támadások módja, valamint minden körülmény jelentős hasonlóságot mutat a más térségekben elkövetett Al-Kaida merényletekkel.

Összességében megállapítható, hogy az öngyilkos merényletek hátterében ma szinte kizárólag az Al-Kaidához köthető vallási fanatizmus jegyében támadó személyek vannak, akik kifejezetten halálos áldozatokat akarnak okozni. Meg lehet különböztetni általános terror céllal elkövetett támadást (2004 Madrid, 2010 Moszkva) és katonai erők ellen elkövetett támadást, de az építmények védelmét, és a robbanások hatását illetően nincs különbség a merényletek között.

3. AZ AUTÓBOMBA (VBIED) ÖSSZEÁLLÍTÁSA

Mind a három felsorolt térségben a háborúkat megelőző időszakban a szovjet haditechnika volt elterjedt, így a háború megindulásakor ezek a hadianyagok váltak a merénylők számára elérhetővé. Az aknagránátok és tüzérségi lőszerrel mellett házilag készített robbanóanyagok is alkalmazásra kerülnek. A házi készítésű robbanóanyag inkább a hadianyag bombává alakításában játszik szerepet. Az aknagránátokból kiszerelelik a gyújtót és az indítótöltetet, majd furatot készítenek a robbanóanyagba. A furatba robbanó gyújtózsínort helyeznek, majd a meglévő ürt a házi készítésű robbanóanyaggal töltik ki (2. ábra). Az így elkészített aknagránátokat robbanó gyújtózsínórral sorba kötve tetszőleges tömegű robbanószerkezet alakítható ki, mely önmagában is komoly repeszhatást tud kifejteni.



2. ábra Tüzérségi lövedékek és gázpalackok átalakítása IED-vé - Irak



3. ábra Átalakított, sorba kötött aknagránátok - Afganisztán

Az átalakított robbanófejek nagy mennyiségben elrejtethők egy autóban, de néhány darab még motoron is elrejtethető (4. ábra). Teherautók esetében (5-6. ábrák) már nehezebb a plató vagy billencs tartalmának elrejtése, tehát könnyebben ki is szűrhető egy esetleges idő előtti igazoltatás vagy ellenőrzés alkalmával.



4. ábra Átalakított, sorba kötött aknagránátok - Afganisztán

Szintén megtalálható a könnyen elkészíthető ANFO is az autóbombákban (5-6. ábrák), valamint felbukkan a páncélozott járművek elleni alkalmazásra gyártott akna is, de ezt gyakrabban alkalmazzák útmenti robbantások során (IED). A terroristák célja a minél nagyobb pusztítás elérése, ezért gyakran helyeznek el gázpalackokat, gyúlékony anyagokat a járműben (5. ábra).



2. ábra Teherautó platóján elhelyezett gázpalackok, ANFO hordók - Irak



6. ábra ANFO zsákok, és kannák kisteherautók rakterében - Afganisztán, Irak

A robbanóanyag detonálása előre elkészített elektromos kapcsolóval történik (7. ábra), ami a robbanó gyújtózsínőron keresztül közel egyszerre hozza működésbe az elkülönített, sorba kötött tölteteket.



7. ábra VBIED-t detonáló elektromos kapcsoló az utastérben - Afganisztán, Irak

A felvételek alapján becslést lehet tenni a különböző kategóriájú VBIED-k robbanóanyag mennyiségére vonatkozóan, melyek némileg eltérést mutatnak az amerikai ATF hivatal által kiadott segédletben foglaltakhoz képest (1. táblázat). A robbanóanyag mennyiség becsléséhez a 2. és 3. táblázatban foglalt adatokra támaszkodunk, amely néhány elterjedtebb szovjet lőszer-, és gránát-típust tartalmaz.

ATF	Vehicle Description	Maximum Explosives Capacity	Lethal Air Blast Range	Minimum Evacuation Distance	Falling Glass Hazard
	Compact Sedan	500 pounds 227 Kilos (In Trunk)	100 Feet 30 Meters	1,500 Feet 457 Meters	1,250 Feet 381 Meters
	Full Size Sedan	1,000 Pounds 455 Kilos (In Trunk)	125 Feet 38 Meters	1,750 Feet 534 Meters	1,750 Feet 534 Meters
	Passenger Van or Cargo Van	4,000 Pounds 1,818 Kilos	200 Feet 61 Meters	2,750 Feet 838 Meters	2,750 Feet 838 Meters
	Small Box Van (14 Ft. box)	10,000 Pounds 4,545 Kilos	300 Feet 91 Meters	3,750 Feet 1,143 Meters	3,750 Feet 1,143 Meters
	Box Van or Water/Fuel Truck	30,000 Pounds 13,636 Kilos	450 Feet 137 Meters	6,500 Feet 1,982 Meters	6,500 Feet 1,982 Meters
	Semi-Trailer	60,000 Pounds 27,273 Kilos	600 Feet 183 Meters	7,000 Feet 2,134 Meters	7,000 Feet 2,134 Meters

1. táblázat VBIED-k feltételezendő robbanóanyag mennyiségei [7]



Űrméret	Típusjelzés	Töltet tömege [kg]	Robbanóanyag		Hossza [mm]
122mm	OF462	3.68	TNT	Amatol 40/60	560
	OF471H	3.8	TNT		
	OF471	3.6	TNT		
152mm	OF530	6.86	TNT		650
	OF550	7.00	TNT		
	OF551	6.53	TNT		
	F533 (rég)	8.00	TNT		
	OF540	6.25	TNT		
	F542(rég)	5.86	TNT		

2. táblázat Tüzérségi lövedékek adatai [1][2]

Űrméret	Típusjelzés	Töltet tömege [kg]	Robbanóanyag		Hossza [mm]
82mm	O832	0.4	TNT	Schneiderite	313
	O832DU	0.435	TNT	Dinitronaftalin	330
120mm	OF843	2.67(TNT)/1.58(Amatol)	TNT	Amatol 40/60	656
	OF843B	1.4	TNT	Dinitronaftalin	668
	F843	3.9	TNT		750

3. táblázat Aknagránátok adatai [1][2]

	Aknagránát	Tüzérségi lövedék	ANFO, egyéb	Gázpalack	Összesen (kg)
Motorkerékpár	4				1.6
Személygépjármű	120				468
	80				32
			2 zsák		40
		30			114
				3	-
Mikrobusz		8	6 hordó		1076
			csövek		500
			4 hordó		510
			csövek		750
Teherautó		20	4	15	820
			40 kanna		600
			50 zsák		750

4. táblázat A felvételek alapján megállapított hozzávetőleges robbanóanyag mennyiség

Látható, hogy az 1. táblázatban jelölt mennyiségektől elmarad az, amit a felvételek mutatnak, kivéve a személygépjármű kategóriát, ahol jó közelítéssel adódott egy mértékadó mennyiség. Természetesen előfordulhat az 1. táblázatban mutatott mértékadó mennyiség a valóságban, ám szükségszerű rámutatni, hogy az esetek többségében ettől elmaradnak a tapasztalt értékek. A robbanások után a szakértők által közölt TNT egyenérték becslések is igazolják a felvételek alapján számolt mennyiségeket, hasonló nagyságrendű adatokat mutatnak, mint a 4. táblázat.

4. AZ ELKÖVETÉS MÓDJA

A merényletek kivitelezése egy célponttól távolabb lévő helyről indul, ahol a VBIED összeszerelése is történik. Egy személy - az öngyilkos merénylő - vezeti a járművet. Több felvételen is látható, hogy lőfegyvert is tart magánál a merénylő, tehát egy esetleges megállításkor a támadó a támadás sikerét veszélyeztetve láthatja és a fegyveres ellenállásának veszélyével is számolni kell.



8. ábra Öngyilkos merénylő a volán mögött fegyverrel a kezében

A konvojok elleni támadásoknál is használt elkövetési mód az út szélére leparkolt jármű, melyet a célpont közeledtével robbantanak fel. Ezek a támadások más kategóriába esnek, mint a mozgó járművel megtámadott álló célpontok, mert itt éppen fordított a helyzet: a célpont mozog, és közelíti meg a mozdulatlan járművet, melyet megfelelő pillanatban felrobbantanak. Ezekben az esetekben a később részletezendő védelmi lehetőségek (pl. védőfalak, biztonsági távolságok) nem alkalmazhatók, és a célpontok megerősítése is más technikákkal történik, mert itt többnyire járművek a célpontok, és nem épületek.



9. ábra Mozgó célpont elkövetett öngyilkos merénylet - Afganisztán

Más esetekben – főleg épületek ellen – közös jellemzője a támadásoknak, hogy a támadó a járművet a saját lábán a célpont közelébe igyekszik vezetni, majd detonálni azt. Ez történhet a meglepetés erejével, figyelem eltereléssel, lassan és gyorsan is. A felvételekből kitűnik, hogy a védett objektum környezetének kellő védelme, lezárása életbevágóan fontos. Mi sem támasztja ezt jobban alá, mint azok a felvételek, melyeken a támadó kihasználva az objektum védtelenségét, a meglepetés erejével nagy sebességgel közelít, és szinte közvetlen közelségből detonál

(10. ábra). Bár az esetekről konkrét beszámolók nem maradtak fent, illetve a szerző által nem ismeretesek, a robbanás közelségének jelentőségét ismerve, - de szemléletből is - eldönthető, hogy valószínűleg nemcsak az épületben, hanem a páncélozott járművekben tartózkodók életébe is került a szükséges védelem kialakításának elmulasztása.



10. ábra Védetlen ellenőrzőpont ellen elkövetett SVBIED támadás - Irak

Van, amikor a támadók két járművet is indítanak a célpont ellen. Ekkor még ha az első járművet fel is tartóztatják, robbanása után a másodiknak már esélye van közelebb kerülni az objektumhoz. Az első jármű egyfajta „faltörő kosként” is működhet, ami áttöri a védelmet. Amennyiben mindkét robbanás az épület közelében történik, az nagyságrendekkel növeli a rombolást. A szerkezeti elemeket külön robbanás elleni tervezés során is úgy tervezik, hogy bár állékony maradjon a globális szerkezet, de a szerkezeti elem (fal, oszlop) a lehető legtöbb energiát elnyelve alakváltozzon. Így elérhető a gazdaságos megoldás, ám egy második hasonló erejű hatással szembeni teherbírás megléte kérdéses.

Vannak esetek, amikor az objektum védelme hatásosnak bizonyul, és a terrorista elakad, mielőtt közel kerülne az objektumhoz (12. ábra). Ezekben az esetekben a támadás célpontjával szolgáló objektum lényegesen kisebb károkat szenved. Más esetekben megfigyelhető a merénylet jól megtervezett jellege: a merényletnek társai vannak, akik segítik az objektumhoz való közelebb jutását. Ez történhet az imént említett módon, egy „faltörő kosként” előre küldött autóval, de történhet úgy is, hogy az úton elhelyezett barikádokat kézi erővel távolítják el (11/a. ábra). Ha a védelmi rendszer kialakítására nem fordítottak elég időt és energiát, akkor az szükség esetén nem látja el feladatát, és a támadó akár segítség nélkül is át tud rajta hatolni a gépjárművel (11/b. ábra).



11. ábra A merénylet áttöri a védelmi vonalat - Afganisztán, Irak



12. ábra Támaszpont kapujában elakadt merénylő

Szintén jellemző a szervezett támadásokra az öngyilkos merénylő fedezőtűzzel való támogatása. Ekkor tucatnyi fegyveres egy vagy több pontból kézi fegyverekkel tűz alá veszi az objektumot, így terelve el az azt védő őrök figyelmét. Bizonyos esetekben már ez a fedezőtűz is komoly károkat és áldozatokat követelhet, ha figyelembe vesszük, hogy van, amikor a 7.62-es karabélyok és géppuskák mellett 14.5-es nehézgéppuskát is alkalmaznak. Másik módja a támadás elkövetésének amikor az objektum kézi fegyverekkel való tűz alá helyezése nem csak a robbantás előtt, hanem utána is történik. Bár kicsi a valószínűsége, hogy a lövedékek a robbantást követő mozdulatlan, vagy sérült embereket eltalálják, mégis veszélyt jelenthetnek, például a gyúlékony anyagok, gázok szikrával történő belobbantása által.



13. ábra A megtámadott épület fedezőtűz alatt tartása

Az eddig említett módszerek vegyes alkalmazása történt 2009-ben az Iraki Hadsereg egyik épülete ellen (14. ábra). A támadónak sikerült a teherautót leparkolni a támaszpont előtt, és épségben távozott, majd a többi támadó a kézfegyverekkel indított támadással menekülésre kényszerítette a bent tartózkodókat, és távirányítással robbantották fel a teherautót.



14. ábra Célpont mellé parkolt VBIED-vel kivitelezett támadás - Irak

Kiemelendő példa a robbantás utáni fegyveres támadásra a 2012 június 1-én az Afganisztán és Pakisztán határán fekvő Salerno támaszpont elleni támadás (15. ábra). A tálib fegyveres csoport külön erre a támadásra lett felkészítve, és szervezeten tucatnyi fegyveressel hatoltak be a bázis területére a robbantás után. A támaszponton lévő katonák lélekjelenlétének köszönhetően a kibontakozó heves tűzharcban végül végeztek a támadókkal. Bár az első jelentések arról számoltak be, hogy a támadást áldozatok nélkül visszaverték, később korrigáltak, és 2 halottat, valamint több tucatnyi sebesültet jelentettek.



153. ábra A salerno támaszpont ellen elkövetett robbantás, jobbra a romok mellett behatolni készülő fegyveresek

5. A ROBBANÁSOK HATÁSA

5.1. Robbanási típusok

A töltetek elhelyezése és a sorba kötés eredményeképpen az autóbomba nem viselkedik tökéletesen központosan detonált töltetként. Külön kutatás témája lehetne az, hogy milyen távolságban válik ekvivalenssé egy hasonló tömegű, központosan detonált TNT gömbtöltethez. A felvételek alapján nem lehetséges arra vonatkozó megállapításokat tenni, hogy a lökeshullám terjedése mennyi aszimmetriát mutat.

Különböző típusú robbanóanyag különböző hatásokat fejthetnek ki. Leginkább a gyúlékony

anyagokat, gázpalackokat tartalmazó robbanásoknál szükséges tekintettel lenni a robbanást követő tűzhatásokra. A gáz halmazállapotú robbanóanyagok robbanási paramétereit nehéz megállapítani, mert nagyban függnék a oxigénnel való vegyítéstől, de a gázpalackok esetében azoknak fizikai robbanása, és az esetlegesen azt követő deflagráció bizonyítottan jóval kisebb erejű, mint a hasonló tömegű TNT [8], és ezt nem szokás figyelembe venni a kockázatelemzéskor, pedig jelentősen módosítja a figyelembe vehető robbanóanyag mennyiségét.

Ezekben az esetekben a lökéshullám által kiváltott hatások kisebbek, a legtöbb kárt a tűz okozza, és az emberekre is külön veszélyt jelent a megégés. Az ilyen robbanások jellemzője a kisebb lökéshullám, és a robbanást követő látványos lángok (16. ábra).

Bár a robbanóanyagok kémiai reakciója során is keletkeznek lángok, az ilyen robbanásokat jellemző nagy lángcsóvák ezzel nem összetéveszthetők, a nagy láng egyértelműen az éghető anyagok belobbanását jelzi. Megjegyzendő, hogy a jármű tankjában mindig van üzemanyag, ami lángra kap a robbanáskor, de ez elhanyagolható a sok külön elhelyezett éghető anyag belobbanásához képest. Épületeink védelme során figyelmet kell tehát szentelni a robbanás elleni tervezés mellett a tűzvédelmi szempontoknak is.



164. ábra Gyúlékony anyagokkal szerelt SVBIED-k robbanásai - Irak

A robbanás látványából hozzávetőlegesen következtetni lehet a felhasznált robbanóanyag összetételére is. A negatív oxigén egyensúlyú robbanóanyagok (tipikusan a TNT ilyen) fekete füsttel robbannak, míg az általában használt házilig készített robbanóanyag (ANFO, HMX, TATP) szürkés, vagy fehér füstöt produkálnak a robbanás során (17. ábra).



17. ábra TNT, ANFO, és házilig készített robbanóanyagok különböző színű robbanásai

Némely robbantásnál megfigyelhető a félgömbszerűen expandáló lökeshullám, mint egy pillanatokig megjelenő felhő (18. ábra). Ez a hatás bizonyos légköri körülmények között jön létre (hideg, vagy magas páratartalom esetén), magyarázata pedig az, hogy a lökeshullám először hirtelen megemeli egy közeg nyomását, majd amikor továbbhalad, mögötte hirtelen leesik a nyomás, és a hirtelen nyomásesés a hőmérséklet esésével a vízpára kicsapódását okozza. Tehát a jelenség nem egy speciális robbanóanyagra, vagy hatásra utal, mindössze a lökeshullám általános jellegének egy érdekes megjelenése, amelyet bizonyos légköri körülmények lehetővé tesznek.



18. ábra A lökeshullám félgömbszerű terjedését mutató pillanatnyi ködfelhő

5.2. Épületek és környezetük károsodása

Az épületek romosodását egyértelműen a robbanás közelsége befolyásolja leginkább. Minél közelebb történik a robbanás az épülethez, annál nagyobb rombolást tud véghez vinni. Emberéletet és anyagi károkat tekintve is katasztrófát okoz, ha a merénylőnek sikerül a SVBIED-t az objektum belsejébe juttatnia. Támaszpont esetén ez az udvart jelenti, épület esetén a falakkal közrezárt belső teret. Utóbbi esetben a lökeshullám akármelyik terjedési irányát vizsgáljuk, mindenfelé visszaverődik, és rombol, míg a célpont melletti, vagy tőle távolabbi robbanások esetében csak az egyik irányba való terjedése okoz károkat.

Az Algéria északi partjainál fekvő Dellys városában 2007 szeptember 8-án történt támadás célpontja a partiőrség volt (19. ábra). A felvételen jól kivehető, hogy az objektumot mindössze egy gyengén zárt kapu védte a támadótól, amit a gépjárművel könnyedén át is szakított. A kis méretű könnyűszerkezetes építmények darabokra szakadva repültek a levegőbe. A támadás – amelyhez házi készítésű robbanóanyagot és egy gáztartályt használtak fel – 30 halálos áldozatot és 47 sebesültet hagyott hátra. Az áldozatok magas száma mutatja, hogy a robbanás közelsége még egy gyengébb robbanószerkezet hatását is jelentősen megnöveli.



19. ábra A Dellys-i kikötőben történt robbantás és a maradványai - Algéria

2009 augusztus 17-én az Ingusföld központjának számító Nazran város rendőrsége ellen követtek el öngyilkos merényletet (20. ábra). A rendőrőrs védelme több ponton is elégtelennek bizonyult. A kapu gyengesége miatt a támadó gond nélkül tudott az objektum belső területére kerülni, majd a robbanás hatását tovább erősítette az, hogy a rendőrőrsön - nem kellő biztonsággal - tárolt robbanóanyag is detonált a robbanás hatására. A támadást bemutató felvételeken a járműben hordók láthatók, ezért valószínűsíthető, hogy ANFO-t használtak a támadás során. A jelentések szerint 400 kg TNT egyenértékű robbanóanyagot használtak fel [9]. Ez nem számít nagy mennyiségnek, de ismét kiemelendő, hogy a robbanás közelsége miatt nagy számú áldozatot követelt. A robbanásban a rendőrőrs tetőszerkezete teljesen megsemmisült, és a nyílászárók is beszakadtak. Szintén betörték a környező épületek ablakai is, valószínűleg ez okozta a sérültek nagy számát. Ugyanakkor a rendőrség épületében a felvételek és fényképek alapján komoly szerkezeti kár nem történt. A támadásban 25-en veszítették életüket, és 164-en sebesültek meg. Szintén érdemes rámutatni, hogy a felvétel végén látható a képeken, hogy a robbanás a téglából épült, objektumot határoló védőfalat teljesen lerombolta, az semmilyen védelmet nem nyújtott.



20. ábra A nazrani rendőrség romjai a merénylet után - Oroszország

Számos felvétel tanúskodik arról, hogy az épületek a robbanás hatására az ún. közvetett összeomlás (progressive collapse) folyamatával mennek tönkre. Ez azt jelenti, hogy a robbanás nem globálisan az egész épületet - és annak merevítő rendszerét - terheli túl, hanem a robbanáshoz közel eső gyenge szerkezeti elemeket teszi tönkre. Amennyiben ezek a szerkezeti elemek teherviselőek voltak, akkor a hiányuk miatt a maradék statikai váz az önsúlya alatt állékonyságát veszti. Jellemzően a falazott szerkezetek hajlamosak teljesen tönkremenni, és ezzel elindítani a követett összeomlás folyamatát. Több támadás után a romokról készült felvételeken falazatok darabjait látni, ebből következtethetünk az épület eredeti anyagaira.



215. ábra Közvetett módon összeomlott épületek - Afganisztán, Irak

A nagy erejű robbanásoknál tekintélyes méretű kráterképződés figyelhető meg, amely lakott környezetben a közművek mélységét is meghaladhatja. Erre utalnak a helyszíneken látható vízzel telt robbanási kráterek, pl. a 2009-es Iraki Igazságügyi Minisztérium ellen elkövetett merénylet esetében is (22. ábra).



22. ábra A támadás során a kráterben a közművek is megrongálódhatnak - Irak

A nagy fesztávok miatt a hidak különösen érzékenyek a közeli robbanásokra. Az általános tönkremeneteli forma a pályalemez főtartókkal együtt való merevtestszerű elválása a támasztól. Ez a jelenség olyan támadásoknál is megjelenik, ahol a hídpályán történik a robbantás, és olyan esetben is, amikor a híd mellett, alatt, vagy a hídfőnél lévő ellenőrzőpontnál robbantanak. A 23. ábra a Tigris folyó felett Al-Ruhaiya-nál átívelő hidat mutatja. Ezt a hidat kettős támadás érte, a második támadás a hídfőnél felállított ellenőrzőponton történt, kihasználva az ellenőrzőpont személyzetének zavartságát és meglepettségét. A támadás utáni fotón látható a pillérnél lévő támaszoknál a keresztartók milyen defomációkat szenvedtek az elképesztő erejű lefelé ható

nyomás hatására.



23. ábra A Moszul térségében lévő Tigris hídon történt robbantás

A robbanásoknak nem csak az épületre, hanem az udvaron álló gépjárművekre gyakorolt hatására is figyelemmel kell lenni. A SVBIED-s támadás nem hasonlítható az aknára futás, vagy IED-s támadás hatásaihoz, mert más a térbeli helyzete a járműhöz képest, de az igazi veszély a lökéshullám hatása mellett a kiégés. A 24. ábrán látható, hogy az udvaron lévő páncélozott gépjárművek kiégtek, megsemmisültek, míg az épület tartószerkezete egészben maradt.



246. ábra Robbanás közvetlen közelében lévő kiégett/megrongálódott páncélozott járművek - Irak

A 25. ábrán egy 2008-ban történt, iraki támaszpont elleni támadást láthatunk, amelynek a vasbeton panelekből felállított védőfala többek közt robbanásvédő szerepet is hivatott ellátni. A felvételeken a támadók és a támaszpont felvételei is láthatók. A támaszpont biztonsági kamerájának

felvételén látszik a legjobban, hogy a fal megsemmisül a robbanás következtében, nem lát el lökéshullámot eltérítő szerepet, sőt, a darabjai komoly repeszhatást jelentenek a bázis területén.

A betonfalak mellett népszerű védőfal rendszer a HESCO bástya is, ami általában jobban teljesít, mint a merev betonfalak. Azonban a HESCO rendszer tönkremenetelére is láthatunk példát, például az fentebb említett Iraki Hadsereg támaszpontja ellen elkövetett támadásban (14. ábra) a HESCO bástyák tönkrementek (26. ábra). A 27. ábrán a HESCO bástyák a robbanásra sugárirányban állnak, így egészben maradtak, de a salerno támaszpont elleni támadásban (15. ábra) a fal visszaverő felület volt, és mégis egészben maradt. Ez alapján a HESCO bástyák védelmi ellenálló képessége igazolódva látszik, de fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a salerno támadásban a célpontba vett épület összedőlt, a falak épen maradása ellenére. Ez a példa ékes bizonyítéka annak, hogy mennyire fontos a biztonsági távolságok megtartása különösen akkor, ha nagy nyílt területek állnak rendelkezésre.



25.7 ábra T-Wall típusú vasbeton védőfal tönkremenetele - Irak



26. ábra Lerombolt HESCO bástya robbantás után - Irak

Más támadásokról készült felvételek arról tanúskodnak, hogy bár a szerkezet nem vesztette el állékonyságát, de a robbanás láthatóan komoly pusztítást vitt véghez a beltérben mind a túlnyomás, mind a repeszhatás által. A 27. ábrán látható iraki támadásban nem történt közvetett összeomlás, mert a vasbeton vázas épület tartószerkezete lokálisan nem ment tönkre, bár tekintélyes károkat szenvedett (betonfedés megszűnése, keresztmetszet csökkenések), és sok halálos áldozattal járt, de ezek az áldozatok nem a közvetett összeomlás miatt voltak.



27. ábra Robbantás után állva maradt vasbeton épületek - Irak

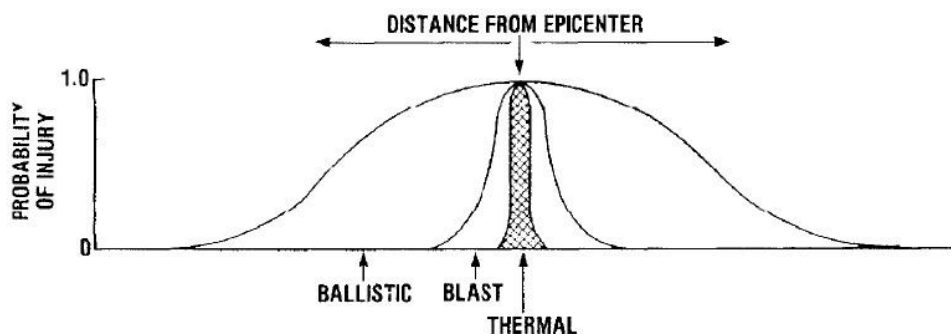
Némely esetben annyira gyengének, vagy távolinak tűnik a robbanás, hogy nevezhetnénk meg-
hiúsult merényletnek is. Ugyanakkor a lökéshullám jelenlétének, és - kisebb - hatásának a jelei
esetenként fellelhetők, például a konzolos attikafalak ledőlésében, szabadtetők burkolatának fel-
szakadásában, vagy elektromos kisülésben. A gyenge kötésű falak ledőlését okozhatja a robbanás
által kiváltott szeizmikus hatás is, amely a talajon keresztül hozza rezgésbe az integritását veszítő
falazatot. Azt, hogy a négy oldalú megtámasztással nem rendelkező falfelületek mennyire érzé-
kenyek a robbanásokkal szemben, mutatja 28. ábra is, ahol a biztonsági kamera felvételén látható
a robbanás előtt a kis udvari épület előfalának ép, majd a robbanás után a leomlott állapota.



28. ábra Támaszponti épület előfalának leomlása a robbanás következtében - Irak

5.3. Emberekre gyakorolt hatások

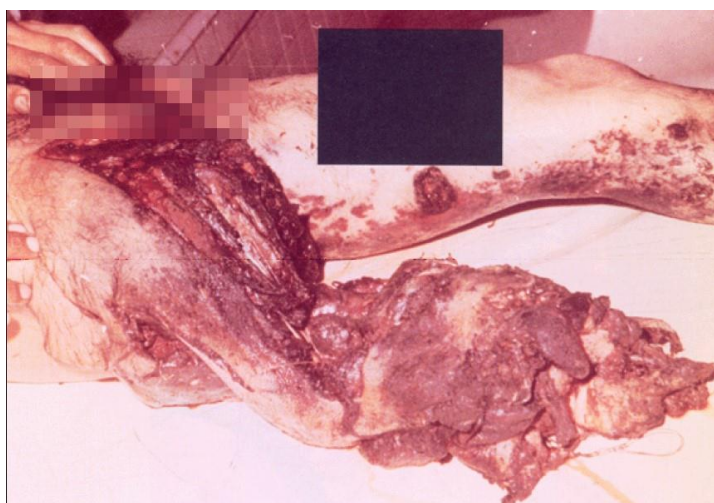
Az embereket több veszély is fenyegeti a nagyszabású robbantások során: a távolság függvé-
nyében égési, lökéshullám által kiváltott sérülések, valamint repeszérülések léphetnek fel (29.
ábra). A robbanás közvetlen közelében egyszerre lép fel mind a három hatás, majd kis távolsá-
gon belül az égési sérülések valószínűsége (az ábrán a sérülési valószínűség a függőleges ten-
gelyen van ábrázolva) már jelentősen csökken. Még távolabb haladva a lökéshullám által ki-
váltott sérülések valószínűsége is csökken, és a repeszhatás az, ami még jelentős távolságból is
komoly sérülésveszélyt jelent.



29. ábra Sérülési típusok valószínűsége a távolság függvényében

A 29. ábrán jelzett égési veszély közvetlenül a robbanás energiájából fakadó égésre utal, erre lehet példa a 30. ábrán látható sérülés. Ez a katona egy tőle alig néhány méterre felrobbant 105mm-es aknagránát miatt vesztette életét. A sérülésen egyaránt megfigyelhető a repeszek okozta roncsolás, és égési nyomok is. Másféle hatásból származik, de a gyúlékony anyagokat tartalmazó robbanásoknál is komoly veszélyt jelent a megégés, még ha a viszonylag kisebb robbanástól távolabb helyezkedik is el az áldozat. A tanulmány alapjául szolgáló felvételek között meg van örökítve olyan támadás is, ahol a tetőn lévő katonát eléri a lángcsóva, és a ruhája lángra kap.

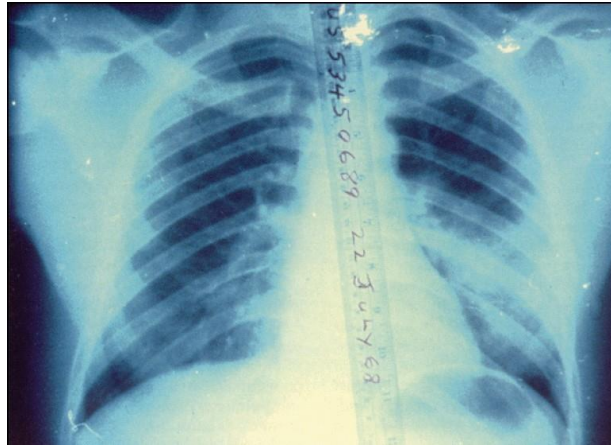
A gyúlékony anyagok által jelentett veszély jól megmutatkozik a járőrökcsik ellen elkövetett robbantások során is, számos alkalommal szenvednek égési sérüléseket az IED-k által megtámadott járművekben utazó katonák.



30. ábra Robbanás közeléből származó égési, roncsolási sérülés [5]

A második fő sérülési csoport a lökéshullám által kiváltott hatásokat foglalja magában. Ez jelenthet tüdőkárosodást (31. ábra), dobhártyaszakadást, és a lökéshullám roncsoló hatása is érvényesülhet végtagok leszakadásában, sérüléseiben. Jellemzőek a különböző bevérzési típusok, ödémák. A pakisztáni elnökjelölt, Benazir Bhutto ellen elkövetett merényletben a politikus halálát egy jelentés szerint a robbanás által a fejre mért ütés és belső bevérzés okozta [10]. Másodlagos hatásként az épületek összedőlése is áldozatokat szedhet, a romok alá temetett emberek kis valószínűséggel élnek csak túl a merényletet. Az ember a lökéshullám hatására általában meggörnyedve a földre esik, nem igazán tapasztalható a filmekből ismert „repülés”, ám ha az ember a töltet fölött áll, akkor a kiemelkedő földtömeg és a kezdeti fázisban lévő expandáló

gázok képesek elemelni a föltől az emberi testet, de általában csak az epicentrummal ellentétes irányban a földhöz csapódik, ekkor főleg a fej sérül (ez a speciális coup-contrecoup sérülés, amikor az agy a koponyacsontnak csapódik). A legnagyobb veszélyt a repeszhatás jelenti. Repeszek keletkeznek az aknagránátok acél házalásából, a gépjárműből, a roncsolódó falakból, ablakokból. A repesz tömege, sebessége, alakja, anyaga és a sérült testrész védelme alapján lehetséges annak eldöntése, hogy a repesz halálos sérülést okoz-e. A repeszhatás miatti sérülés inkább jellemző, mint a halálos sebesülés (amelyet ritkábban ugyan, de a lökeshullámtól szenvednek el az áldozatok). Tipikus repeszszérülések látható a 32. ábrán.



831. ábra Robbanási sérült kétoldali tüdőbevérvése [5]



932. ábra Repeszszérült a 2010-es moszkvai metrórobbantás után



33. ábra Súlyos égési sérüléseket szenvedett katona - Irak

ÖSSZEFOGLALÁS

Az öngyilkos merényletek jellemzői kerültek vizsgálatra a közel-keleti hadszíntereken készült video felvételek alapján. Megállapításra került, hogy a valóságban alkalmazott robbanóanyag mennyiségek jelentősen elmaradnak a hivatalosan javasolt feltételezendő mennyiségtől, fele, sőt harmada tapasztalható az ATF táblázatban közölt értékeknek. Az alkalmazott robbanóanyagok az átalakított hadianyagok, nagy mennyiségben előállított ANFO és gázpalackok. Megkülönböztettünk nagy erejű robbanásokat, és kisebb, de inkább tűzveszélyt jelentő robbanásokat.

A terroristák összehangoltan támadnak, fedezőtűz alá veszik a cél objektumot, így az SVBIED gondtalanul közelítheti meg azt. Emiatt az egyetlen igazán effektív védelem az épülettől kellő távolságban felállított védelmi vonal, amelyen az SVBIED nem törhet át. Számolni kell a két merénylőből álló bombázásokra, segítőkre. A kellő biztonsági távolság szükségességét bizonyítja az is, hogy bizonyos esetben a robbanásvédő fal épségben maradása ellenére is romba dőlt a védett épület (Salerno).

Kiemelésre került, hogy a szerkezeti szempontból a közvetett összeomlás miatt történik a legnagyobb kár, ezért pedig a gyenge falazatok tönkremenetele a felelős. Különösen a nem négy élén támasztott falazatok érzékenyek a robbanásokra. A szerkezeti szempontok mellett figyelmet kell fordítani arra is, hogy az emberi élet védelme nem csak a szerkezet állékonyságától függ, hanem a lökéshullám közvetlen, tűz-, illetve repeszhatásaitól.

TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások „ A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

„The project was realised through the assistance of the European Union, with the co-financing of the European Social Fund.”



FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] SHIROKORAD A. B. A szovjet tüzérség enciklopédiája (Широкоград А. Б. Энциклопедия отечественной артиллерии.) (2000)
- [2] HATALA A., KELEMEN F.: Jegyzet a katonai robbanótestek szerkezetének és működésének megismeréséhez és megértéséhez (2003)
- [3] KURTZ, BARTLES: Chechen suicide bombers (*Journal of Slavic Military Studies*, 20: 529–547, (2007)
- [4] UNAMA (United Nations Assistance Mission to Afghanistan) - Suicide Attacks in Afghanistan (2001-2007)
- [5] BELLAMY, ZAJTCHUK: Pathology of Blast and Impact Injuries - *US Army Dep. of Surgery*
- [6] http://www.washingtonpost.com/world/national-security/attack-on-us-outpost-in-afghanistan-worse-than-originally-reported/2012/06/16/gJQAlyaihV_story.html
- [7] *Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives* - www.atf.gov
- [8] US Department of Homeland Security - Information Bulletin - Compressed Gas Cylinders as Components of IEDs (2004)
- [9] <http://en.rian.ru/russia/20090818/155848718.html>
- [10] http://www.nytimes.com/2008/02/08/world/asia/08bhutto.html?_r=1