

Antal Örs<sup>1</sup>

### AZ ÉPÜLETEK VÉDELMÉNEK KORSZERŰ LEHETŐSÉGEI HÁZI KÉSZÍTÉSŰ ROBBANÓESZKÖZÖK ELLEN<sup>2</sup>

*Az elmúlt másfél évtized során a nagyvárosok ellen végrehajtott számos robbantásos terrorcselekmény új, globális méretű kihívás elé állította a nemzetközi védelmi erőket és szervezeteket. A legismertebb incidensek közé sorolhatóak a 2011-es New York-i, a 2004-es madridi, a 2005-ös londoni, a 2010-es moszkvai, a 2011-es mumbai, a 2013-as bostoni és volvo-grádi merényletek. A civil lakosság és katonai, illetve rendvédelmi célpontok ellen végrehajtott robbantásos támadások a közel-keleten ma is mindennaposak, az érintett lakosság együtt kell éljen a folyamatos fenyegetettséggel. A terroristák legkedveltebb célpontjai közé sorolhatóak a fontos épületek és tömegközlekedési létesítmények. Jelen tanulmány azon korszerű technológiai, épületszerkezeti és infrastrukturális lehetőségeket, eszközöket és módszereket mutatja be, amelyek alkalmazása jelentősen csökkenti az épületek sebezhetőségét és a robbanóeszközökkel történő támadások kockázatát.*

*Kulcsszavak: IED, lökéshullám, repeszhatás, periméter-védelem, spektrométer*

#### BEVEZETŐ

Magyarországon az épületek robbantások elleni védettségének alapelvei alapvetően két korszakra bonthatóak. A korábbi évtizedek során – a háborús légi bombázások általi veszélyeztetettségnek megfelelően – az épületekben tartózkodók védelmét elsősorban az óvóhelyek létesítése jelentette. A '90-es évek rendszerváltozását követően, az új típusú kihívásoknak és a nemzetközi terrorizmus globális fenyegetettségének megfelelően az épületek és kritikus infrastruktúrák robbanószerkezetek elleni védelmének terén szemléletváltás következett be. Mindezt megerősítették az ország 2004-es uniós csatlakozása, és az ezredforduló környékén történt jelentős számú és méretű terrorakciók, amik az Európai Uniót is új, átfogó terrorizmus elleni stratégiák és irányelvek kidolgozására ösztönözték.

A terrorista csoportok és radikális mozgalmak módszereit vizsgálva a leggyakoribb elkövetési módként a rögtönzött, illetve házilag készített robbanóeszközökkel végrehajtott pokolgépes merénylet említhető. A polgári lakosság fenyegetése mellett a házi készítésű robbanószerkezetek egyben a XXI. század nemzetközi misszióiban szolgáló alakulatok legrettegettebb ellenségei is lettek. Ezen aljas eszközök ereje a legnagyobb mértékben abban rejlik, hogy könnyen beszerezhető anyagokból és eszközökből összeállíthatóak, elkészítésük nem kíván különleges körülményeket, könnyen álcázhatóak és az ehhez mért hatékonyságuk igen magas, ugyanakkor elkészítésük magas fokú szaktudást és rátermettséget igénylő feladat.

Jelen tanulmány a terrorista csoportok által alkalmazott robbanóeszközök jellemzőin és alkalmazásuk eddigi tapasztalatain alapulva komplex betekintést nyújt a hagyományos

<sup>1</sup> E-mail: antal.ors@gmail.com

<sup>2</sup> Bírálta: Dr. Kovács Zoltán mk. alezredes, egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu

robbanószerkezetek épületekre gyakorolt fizikai hatásaiba és a megelőzés, illetve védekezés XXI. század technikai fejlettségéhez mért lehetőségeibe és módszereibe.

## A ROBBANTÁSOS TERRORCSELEKMÉNYEK JELLEMZŐI

A nemzetközi missziók keretében feladatot ellátó katonai és rendvédelmi alakulatok, valamint a polgári lakosság ellen végrehajtott robbantásos támadások és terrorcselekmények közös jellemzője, hogy az esetek túlnyomó többségében házilag készített robbanóeszközökkel, vagy másnevről IED-kel (Improvised Explosive Device) hajtják végre őket. A „pokolgépes” merényletek jellemző és nagyon aljas vonása, hogy a civil lakosságra nincsenek tekintettel, sőt az esetek többségében kifejezetten a polgári áldozatok szerepelnek célpontként, zsúfolt közlekedési pontokon, piacokon, éttermekben, szállodákban, stb. való robbantásokkal. Az ilyen, és ehhez hasonló akciók a figyelemfelkeltést célozzák, emellett a vallási fanatizmusból, szeparatista törekvésekből, vagy szélsőséges nézetekből eredő elhivatottságot és erejüket próbálják érvényesíteni a terrorista csoportok. Erre bizonyítékkal szolgál, hogy a hírhedt terrorszervezetek előszeretettel vállalják magukra a robbantásokat, olykor fel is veszik őket kép- és videó rögzítő eszközökkel, amiket az Interneten terjesztenek a fenyegetés további fokozása, valamint új támogatók szerzése céljából. A robbanóeszközökkel végrehajtott terrortámadások közül is fokozott kihívást jelent a rendvédelmi és nemzetbiztonsági szolgálatok számára az öngyilkos robbantók számának megnövekedése, mivel ez esetben különleges védekezési mechanizmusok szükségesek.

Kategorizálásuk alapján a robbantásos terrorcselekmények irányulhatnak: [1]

- konkrét személyek ellen;
- demoralizálás, zavarkeltés vagy megfélemlítés elérésére;
- és általános bosszú célzatú merényletek végrehajtására.

A kémiai reakciófront terjedési sebessége alapján pedig megkülönböztetünk [2]

- alacsony hatóerejű (100 m/s-nál kisebb terjedési sebességű);
- és magas hatóerejű (1000 m/s-nál nagyobb terjedési sebességű) robbanóanyagokat.

Az épületek ellen végrehajtott robbantások során az IED-k robbanótöltetként használt robbanóanyagait a leggyakrabban lehetnek: [2]

- brizáns robbanóanyagok (TNT, RDX, HMX, PETN, dinamit, emulgit, stb.);
- plasztikus robbanóanyagok (C4, Semtex);
- házilag előállított robbanókeverékek, pirotechnikai keverékek;
- vagy fel nem robbant aknagránátok, aknák, tűzérségi töltetektől kinyert robbanóanyagok (pl. fekete lőpor).

A fenti (szekunder) robbanóanyagok alkalmazása esetén, az IED-k robbanóteste mechanikus úton, vagy hő behatására gyúló iniciáló (primer) töltet (detonátor) behatására robban fel. A gyújtás tehát a gyújtóláng működését jelenti, az indító impulzus kibocsátásával kezdődik és a robbanóanyagot felrobbantó impulzus leadásával ér véget. Egyes IED-k esetén, a nagyobb pusztító és roncsoló hatás érdekében, már irányított hatású rögtönzött robbanószerkezetekről beszélhetünk. A bombakészítők a hengeres alakú tűzérségi lövedékeket és aknagránátokat egy kúp alakú, alacsony olvadáshőjű fémsapkával zárják le. Robbanáskor, a nagy nyomással és

sebességgel áramló megolvadt fémsugár (jet) képes átütni a páncélozott és robbantás ellen megerősített falakat is, amellett, hogy a páncélozott harcjárművek megsemmisítésére is alkalmas. [3]

A mai házi készítésű robbanószerkezetek indítási módját három fő kategória szerint osztjuk fel: [4]

- célszemély, vagy célobjektum által működésbe hozott (Victim Operated IED, VOIED);
- időzítő szerkezettel ellátott (Time Operated IED, TOIED);
- és távvezérléssel működésbe hozott robbanószerkezet (Command Operated IED, COIED).

Az ismert esetek tapasztalatiból következtetve elmondható, hogy leggyakoribb módszerként említhetőek a járművekbe rejtett (Vehicle Born IED, VBIED), vagy csomagokban, táskákban álcázott pokolgépek (lásd 2014. január 13-án egy budapesti bankfiók ellen végrehajtott robbantás) alkalmazása. Mindezek mellett az egyes fanatikus terrorcsoportok és mozgalmak kedvelt módszere az öngyilkos merénylők bevetése, amikor a robbanást inicializáló személy testére, vagy ruházatára rögzített robbanószerrel gyalogosan közelíti meg a célobjektumot (pl. 2013. december 29-én, a volgográdi pályaudvar ellen végrehajtott robbantás). A terroristák leggyakoribb célpontjai közé sorolhatóak a kormányzati, diplomáciai, rendvédelmi vagy katonai objektumok, vallási vagy üzleti érdekeltségben álló helyszínek és zsúfolt városi közlekedési csomópontok vagy turisták által közkedvelt helyszínek. Az építmények robbantások elleni sebezhetőséget és védelmet vizsgálva kiemelt kategóriába sorolhatóak továbbá a nukleáris létesítmények, közműrendszerek és más kritikus infrastruktúrák.

A továbbiakban a robbantások épületekre gyakorolt hatásainak vizsgálatára kerül sor, amelyek alapvetően meghatározzák a megelőzés és védekezés szempontjait, illetve lehetőségeit.

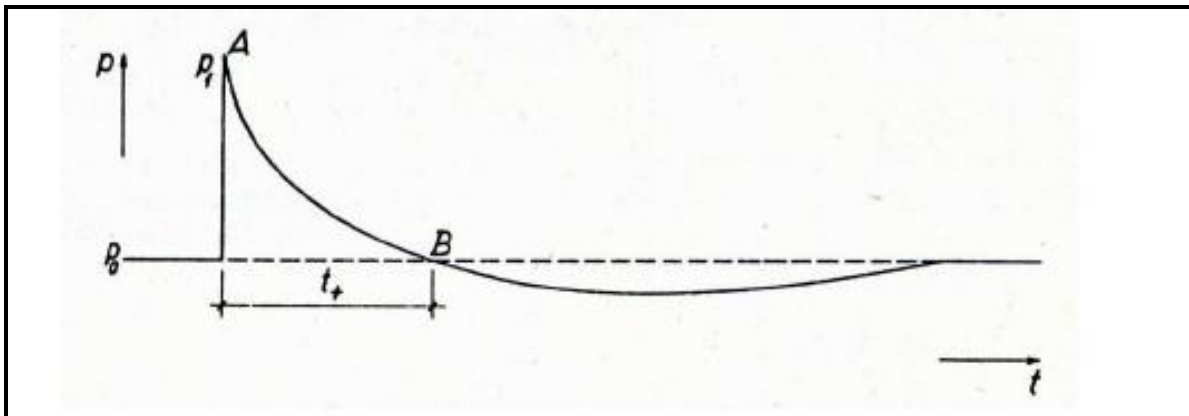
## A ROBBANTÁSOSOK HATÁSAI AZ ÉPÜLETSZERKEZETEKRE

Robbanástechnikai szempontból vizsgálva a detonáció alábbi hatásai károsítják közvetlenül az épületszerkezeteket:

### **Robbanás lökeshulláma**

A robbanás következményeként kialakuló, az épületszerkezetekre károsan ható lökeshullámok okozója a túlnyomás, mivel az egyesített gáztörvényből adódó matematikai összefüggés miatt ( $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2 = \text{áll.}$ ) a detonáció során a hirtelen megnövekedett hőmérsékletű, állandó térfogatú gázok nyomása nő. Az így keletkezett túlnyomás – az alkalmazott robbanóanyag típusától és mennyiségétől függően – olykor megsemmisítő mértékű leomlasztó hatást fejt ki az épületekre és különböző építményekre. Az épületszerkezetekre alkalmazott, szabványokba foglalt méretezési előírások megjelenésével, a robbanásokat követően nagy pontossággal visszavezethető a felhasznált töltet tömege.

A fentiek szerint az épületszerkezetekre ható terhelés a túlnyomás és a detonációtól számított eltelt idő (amit alapvetően a bomba és az épület közti távolság határoz meg) függvénye az alábbi ábra [1. ábra] szerint:



1. ábra A robbanási lökéshullám a nyomás és idő függvényében<sup>3</sup>

Értelemszerűen, illetve a fenti diagram alapján is a szerkezeti elemekben való komoly károk okozására nagy hatóerejű robbanótöltetek alkalmasak, mivel ez esetben a robbanása során felszabaduló nyomás hatásideje ( $t_+$ ) hosszabb. Tekintettel arra, hogy ez az időegység rendszerint nagyobb, mint az épület szerkezeti elemeinek saját lengésideje ( $T$ ), a túlnyomás nagysága felel a romboló hatás kiváltásáért.

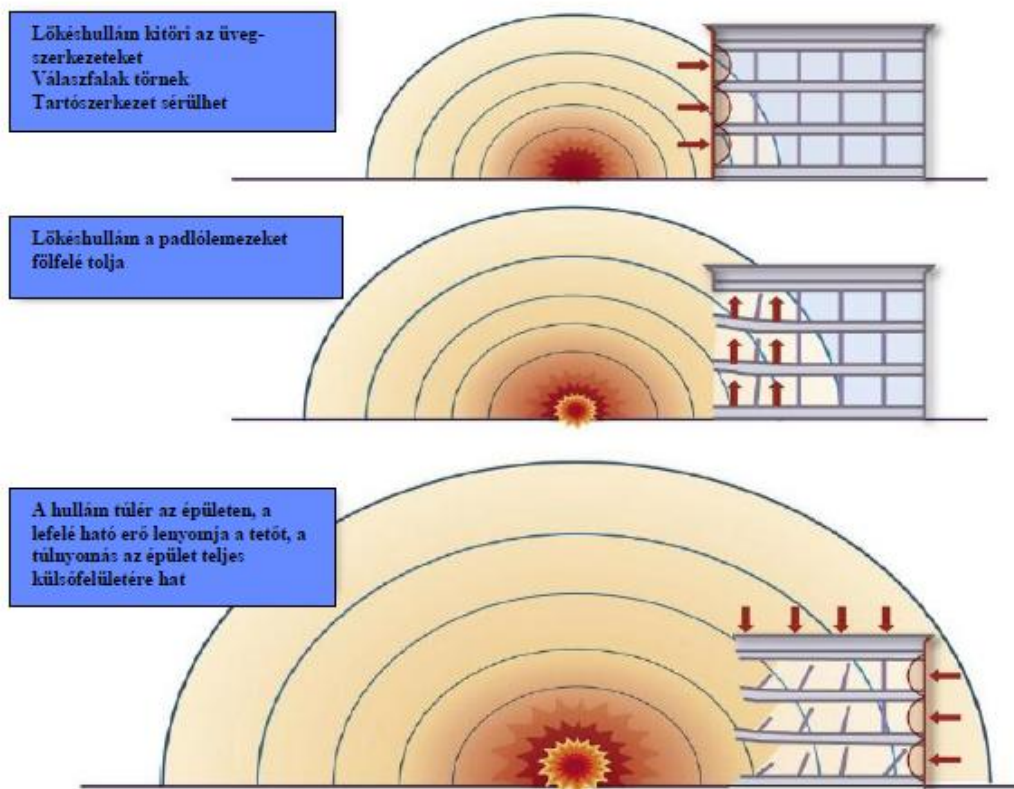
Alacsony hatóerejű robbanószerkezet okozta lökéshullám kialakulásakor a nyomás hatásideje ( $t_+$ ) kisebb, mint a létesítmény szerkezeti eleminek lengési periódusa ( $T$ ). Ez esetben az épületben általában nem keletkezik megsemmisítő mértékű kár, mivel a keletkezett túlnyomás olyan rövid idő alatt csökken a kritikus szint alá, hogy nem képes az építmény elmozdítására. Az esetek többségében ilyenkor az épületszerkezet kisebb sérülésével és tűzkárokkal kell számolni. [1]

Az alkalmazott robbanótöltet típusának, tömegének és elhelyezésének függvényében a robbanás következtében az épületekre kifejtett lökéshullám hatását az alábbi ábra [2. ábra] szemlélteti.

Többszintes építmények esetén a lökéshullám időben szétterjed a homlokzaton, így nem egyszerre terheli azt. [5]

A robbanás során hirtelen keletkező nagynyomású gázok hatására létrejövő lökéshullámok épületekre, illetve más felületekre ható fizikai roncsoló hatását fokozza, hogy amikor a hullám valamilyen falazatba, illetve építmény elembe ütközik, az „akadály” felületén a lökéshullám nyomásértékének akár kétszeresére is növekvő csúcnyomás jön létre. A bizonyos ideig tartó maximális nyomásérték kialakulását követően a folyamat megfordul és a magas hőmérsékletű gázok gyors lehűlése következtében szívóhatás (dekompresszió) alakul ki. [6]

<sup>3</sup> Forrás: Prof. Dr. Lukács László: Az épületek elleni robbantásos cselekmények és jellemzőik, Műszaki Katonai Közlöny, XXII. évfolyam, 2012. különszám URL: <http://hkk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012kulonszam/18%20teljesszam.pdf>, Letöltés: 2014.02.12.



2. ábra A robbanás hatása az épületekre<sup>4</sup>

## Rezgések

A robbantások során keltett rezgések is veszélyeztetik az épületszerkezetek állékonyságát. A rezgések továbbítása függ a közvetítő közegtől és a rezgés periódusidejétől, a romlás mértéke pedig a rezgés amplitúdójától. [7] A rázkódás okozta károk fontos fizikai tényezője a rezgés frekvenciája, amelyek általában 0 és 15 Hz közé tehető. Az épület akkor van kitéve a legnagyobb terhelésnek, ha a maximális rezgés frekvencia megegyezik az épületek saját frekvenciájával, mivel ilyenkor rezonancia generálódik, ami nagy rezgés amplitúdót eredményez.

Ugyanez a jelenség tapasztalható a robbanás által keltett hanghatás hatására betörő üvegfelületeknél, mivel ilyenkor a rezgések által keltett hang frekvenciája eléri az üvegfelület saját rezonancia frekvenciáját, az így kialakult magas rezgés amplitúdó pedig a fentiekhez hasonlóan az üvegfelület betörését okozza. Fontos megjegyezni, hogy a különböző üvegfelületek saját frekvenciája eltérő, mivel értéke függ az üveg minőségétől, rétegezésétől, vastagságától, méretétől, alakjától, hőmérsékletétől, stb.

## Repszhatás

A hagyományos, házi készítésű robbanószerkezetek esetén – az alkalmazott robbanótöltettől függően – általában repeszhatással is számolni kell. Ez akkor is igaz, ha ez elsősorban

<sup>4</sup> Forrás: Laczik Balázs: Az épületek robbantásos terrorista cselekmények elleni védelmének nemzetközi és hazai jogi szabályozása, valamint a védekezés módjai, formái és eszközei. Műszaki katonai Közlöny, XXII. évfolyam, 2012. 3. szám. URL: <http://hkk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012december/03%20EPULETEK.pdf>, Letöltés: 2014.02.12.

személyek ellen irányul és építmények megsemmisítése önmagában, közvetlenül repeszekkel nem tud megvalósulni. Ennek oka, hogy a robbanótest törmelékdarabjaiból származó elsődleges (primer) repeszek szinte minden esetben okozhatnak sérüléseket, a másodlagos (szekunder) repeszek a robbanószerkezetbe épített, vagy hozzá erősített, általában éles tárgyak (szegek, fémdarabok, üvegszilánkok, stb.), azonban ezek elsősorban a személyi sérülésekre irányulnak. A magas hőtől megolvadó fémes anyagok tovább fokozzák a repeszek roncsoló hatását. [7]

### **Hőhatás**

Tekintve, hogy a robbanás maghőmérséklete elérheti a több ezer Celsius fokot is, a szerkezeti elemek olvadása és meggyulladás, valamint a berendezések égése által az építmény átmenetileg, vagy maradandóan elvesztheti funkcióját, illetve akár meg is semmisülhet. Az épületek ellen, gyúlékony anyagokkal végrehajtott robbantások elsődlegesen a belső terekben levő személyek vagy tárgyak ellen irányul, kiválóan alkalmasak pánikkeltésre is.

A robbanások épületekre gyakorolt roncsoló hatásainak elemzése után a tanulmány a következőkben azon modern technikai megoldásokat és védekezési, illetve megelőzési lehetőségeket vizsgálja, amelyekkel megakadályozhatóak, vagy jelentősen csökkenthetőek a pokolgépek által okozott épületkárok.

## **A VÉDEKEZÉS ÉS MEGELŐZÉS KORSZERŰ LEHETŐSÉGEI**

Az épületek és veszélyeztetett objektumok robbantásos merényletek elleni védelme megvalósulhat elszigeteléssel, illetve periméter-védelemmel, technikai védelemmel, vagy az épületelemek szerkezeti védelmével. A védekezés megoldásinak alapelveit tekintve egyik módszer a robbanószerkezetek védett objektumba történő bejuttatásának megakadályozása, másik lehetőség az épületszerkezeti elemek ellenálló képességének növelése. A továbbiakban ezen megoldások bemutatására kerül sor.

### **Periméter-védelem**

A robbanószerkezet védett létesítményekbe való bejuttatásának megakadályozására célszerű megoldás az objektum területének megközelítése előtt, a külső védelmi zónában való áteresztő-ellenőrző pontok felállítása. A gépjárművel történő áttöréses behatolás megakadályozására megfelelő forgalomlassító, illetve -akadályozó tereptárgyak telepítése szükséges. Mind civil és katonai létesítményekben alkalmazott ilyen megoldások lehetnek az alábbiak:

- fekvőrendőrök;
- beton elemek;
- tüskés útzárak, drótzárak;
- áttörés biztos, kétoldalt rögzített sorompók;
- un. HESCO bástyák [3. ábra];
- az útpálya szerkezetébe beépített, kiemelkedő oszlopok (pilonok) [4. ábra];
- vagy acél mobil gépjármű akadályok [5. ábra].



3. ábra HESCO bástyákból épített fedezék<sup>5</sup>

A főként katonai alkalmazású HESCO bástya egy geotextillel kibélelt, összecsukszó konténer, amit földdel, vagy homokkal töltenek meg. Kiválóan alkalmazható objektumok, illetve a katonai vagy rendvédelmi feladatokat ellátó személyi állomány védelmére. Nemzetközileg ismert, a Magyar Honvédség által is alkalmazott eszközről beszélhetünk. [8]



4. ábra Forgalmkorlátozó, -akadályozó, kiemelkedő oszlop (pilon)<sup>6</sup>

A periméter-védelem másik korszerű technikai megoldása a városi alkalmazásban is bevált forgalmkorlátozó, illetve a behajtást gátló pilonok útpályába történő telepítése. A süllyesztett oszlopok kiemelkedése működhet hidraulikus vagy pneumatikus úton. A hidraulikus elven működő pilonok esetén a kiemelkedést biztosító meghajtó szerkezet az oszlop alatt van elhelyezve olajjal telítve, a pilon mozgása az olajnyomás hatására történik. Általában olyan

<sup>5</sup> Forrás: Wikipedia: Hesco Bastion, URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Porta\\_john\\_hescos.JPG](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Porta_john_hescos.JPG), Letöltés: 2014.02.13.

<sup>6</sup> Forrás: Oktel elektronikai Kft. URL: <http://oktel.hu/szolgaltatas/belepteto-rendszer/forgalomkorlatozo-oszlop/>, Letöltés: 2014.02.13.

helyen alkalmazzák, ahol a sűrű beléptetések miatt az oszlopok intenzív igénybevételnek van kitéve. Az alacsonyabb igénybevételre tervezett pneumatikus működtetésű oszlopok elektronikus vezérlésűek, a pilonok a vezérlőn keresztül szabályozott sűrített levegő nyomására mozognak le és fel. [9]

A pilonok egyaránt alkalmazhatóak forgalomszabályozási célokra, gépjárművel történő illetéktelen behatolások megakadályozására vagy az átmenő forgalom korlátozására is. Nagy előnyük, hogy a be- és kiléptetés gyorsan kontrollálható és szabályozható, hátrányuk viszont, hogy például motorkerékpár behatolása ellen önmagukban nem nyújtanak elég hatékony védelmet.



5. ábra Mobil gépjármű akadályok<sup>7</sup>

A mobil jármű akadályok nagy előnye, hogy könnyen, pár perc leforgása alatt akár egy személy is gyorsan elvégezheti telepítésüket nehéz felszerelés igénybevétele nélkül. Az edzett acél mobil elemek gyors és hatékony megoldást jelentenek az objektumok elleni illegális behatolások ellen, valamint utak, utcák és épületek védelmére, amellet, hogy tervezésükkor hangsúlyt fektettek a lövedékálló kialakításra is. Ily módon akár a 7,62 mm-es névleges kaliberű gépkarabély lövedékeknek is ellenállnak. [10]

A fenti berendezések telepítésének fő szempontja, hogy a védett objektum területére bejutó járművek csak olyan sebességgel, illetve módon legyenek képesek megközelíteni a belső védelmi zónát, hogy a járművek feltartóztatása és megállítása bármikor lehetséges legyen.

### **Műszaki védelem**

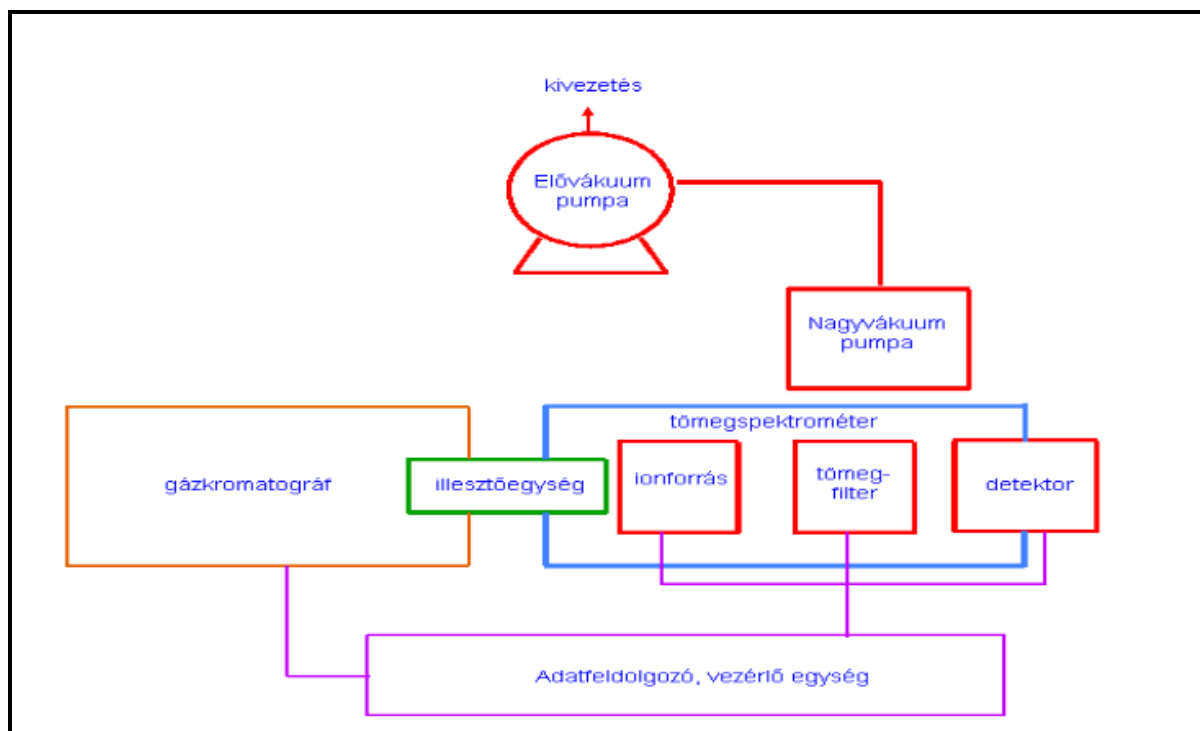
A védett objektumba való bejutás ellenőrzésére a biztonsági őrség által végzett vizuális és robbanóanyag-kereső kutyás átvizsgálás mellett számos modern műszaki megoldás is

<sup>7</sup> Forrás: Meridian Rapid Defense Group, URL: <http://www.betterbarriers.com/>, Letöltés: 2014.02.13.



alkalmazható. A legáltalánosabb berendezés a fém-detektor, amelyek tekercsei folyamatos mágneses mező generálásával a ferromágneses anyagok jelenlétét mutatják ki. Ugyancsak elterjedt módszer a röntgenberendezésekkel végzett vizuális átkutatás is kézi szkennerek, vagy beléptető kapukon keresztül. Ezen módszerek azonban nem minden esetben alkalmasak robbanóanyagok, különösképpen plastik robbanóanyagok detektálására. Fontos ezért a hatékony védelem biztosítása érdekében gázkromatográfiás berendezéseket – amelyek a levegőből vett folyamatos mintán keresztül észlelik a robbanóanyagokból kipárolgó elemi részecskéket – vagy tömeg spektrométert alkalmazni. Utóbbi eszköz működési elve szerint semleges részecskéket ionizál, vagyis elektromosan feltölt, majd ezeket az ionokat csökkentett nyomáson, elektromágneses terek segítségével tömeg/töltés arányuk szerint elválasztja. Az elválasztott ionok intenzitásának detektoros mérésével a fajlagos tömeg függvénykapcsolat, az un. tömegspektrum kimutatható, ami alapján a nyomelemzés elvén azonosíthatóak a robbanóanyagok molekuláris összetevői. [11]

Az összetett többkomponensű anyagok elemzésére a leghatékonyabb megoldás a gázkromatográfiával kombinált tömeg-spektrometriális detektálásra alkalmas berendezés [7. ábra] használata, amelynek szerkezeti felépítését a következő ábra [6. ábra] demonstrálja.



6. ábra Gázkromatográfia és tömeg-spektrometria együttes alkalmazására alkalmas berendezés<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Forrás: Hegedűs Katalin: A robbanóanyagok tömeg-spektrometriával történő felderítése és analízise. Műszaki Katonai Közlöny, XXII. évfolyam, 3. szám, 2012 URL: <http://hhk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012december/06%20Hegedus%20Katalin.pdf>, Letöltés: 2014.02.13.



7. ábra Gázkromatográfia és tömeg-spektrometria elvén működő biztonsági beléptető kapu amerikai repülőtéren<sup>9</sup>

### **Épületszerkezeti elemek robbantások elleni védelme**

Magyarországon az épületek robbantások elleni védelmére vonatkozó irányelvek az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról szóló 13/2010. (III. 4.) KHEM rendeletben foglaltakon alapulnak, amelyek elsősorban a robbanóanyagok gyártására, tárolására és raktározására szolgáló épületekre vonatkozó konkrét előírások, de a rendelkezések alkalmazhatóak más célú épületekre is. A vonatkozó Európai Uniós szabályozásokat alapvetően a 2004-es madridi Atocha pályaudvar ellen és a 2005-ös londoni tömegközlekedési vonalakon elkövetett robbantásos merényletek ihlették. Tekintettel azonban arra, hogy az EU terrorizmus elleni stratégiájának védelmi és megelőzési pillére főként a terrorszervezetek működésének felderítésére és akadályozására, kockázatelemzések kidolgozására, adatbázisok elemzésére és a kritikus infrastruktúrák védelmére vonatkozik, az épületekre vonatkozó konkrét irányelvek kidolgozása egyelőre tagállami hatáskörbe tartozik. [12]

Az épületvédelem legáltalánosabb – ugyanakkor nem költséghatékony – módszere, hogy az újonnan épített épületek vagy más létesítmények szerkezeti elemeinek méretezésekor, tervezésekor és kialakításakor fontos szempontként kezelik a robbanások roncsoló fizikai erőhatásai ellen való ellenálló képességet. A falszerkezetek védelme megvalósítható hossz- és keresztirányú acélmerevítők beépítésével és a falazat speciális védőburkolattal való bevonásával. Ezek szerepe, hogy csökkentsék a robbanás lökéshullámai következtében kialakult túlnyomást, valamint elnyeljék, vagy részben eltereljék a lökéshullámokat. Hagyományos falszerkezetek megerősítése történhet elasztikus műanyaggal bevont falazóblokk rendszerrel, amely energiaelnyelő képessége mellett rugalmas biztosításként is funkcionál. A polimer réteg felvitele szórással történik. [13]

---

<sup>9</sup> Forrás: Justin J. McShane: Emerging technology at the airport: Mass Spectrometry in the Hands of TSA. he truth about forensic science, <http://www.thetruthaboutforensicscience.com/emerging-technology-at-the-airport-mass-spectrometry-in-the-hands-of-tsa/>, 2011. szeptember 20. Letöltés: 2014.02.13.

A vasbeton tartóoszlopok megerősítésére elterjedt megoldás szénszálas polimerek beépítése, amely az eredetileg merev szerkezetnek megfelelő rugalmasságot biztosít a lökéshullámok ellen.

Az épületek leggyengébb pontjainak számító üvegezett felületek védelmének alapelvei a robbanás okozta rezgések és a lökéshullám ellen való ellenálló képesség. Az üvegfelületek védelme az alábbi megoldásokkal növelhető:

- edzett, biztonsági üvegek alkalmazása;
- biztonsági fóliázás;
- többrétegű üveg használata;
- és robbanásálló függöny beépítésével (Bomb Blast Curtain).

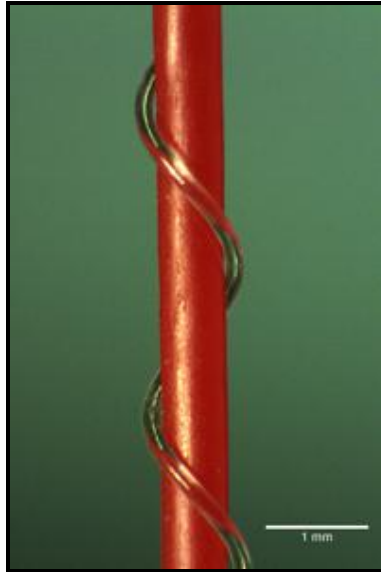
Az üveg lökéshullámok és ütődés elleni fizikai ellenálló képességének növelése nagy hőmérsékleten történő hőkezeléssel valósulhat meg. Az így készült edzett üvegek szilánkjaira jellemzőek, hogy a normál üvegéhez képest jóval kisebbek és kevésbé élesek a személyi sérülések elkerülése érdekében.

Az üvegfelületek fóliával történő megerősítésének célja, hogy a fizikai erőhatás következtében az üveg szilánkos törése megelőzhető legyen, mivel a fólia egyben tartja az üveglapokat. A fóliázás történhet a belső és a – a biztonság fokozása érdekében – külső felületen is poliészter anyagú védőfólia kötőanyaggal való rögzítésével.

Az üvegezett felületek megerősítésének egyik legelterjedtebb módszere a többrétegű üvegfelület alkalmazása, mely esetben az egyes rétegek PVB gyanta köztesanyaggal kerülnek összeillesztésre. A megoldás nagy előnye, hogy abban az esetben, amikor az üvegfelület külső hatásra be is törik, a közbenső rétegek megakadályozzák a szilánkok kiválását, így a felület egyben marad. A biztonság és az ellenálló képesség szintje tovább fokozható az egyes rétegek közé való védőfóliák illesztésével. [6]

Az épületek belső tereiben tartózkodó személyek repeszek és szilánkok elleni védelmére fejlesztették ki a robbanásálló függönyt. Az ilyen speciális rendeltetésű függöny alapvetően egy nagy szakítószilárdságú, vastagabb szálakból álló szövet, amely a robbanás lökéshullámait részben átengedi, a szilárd anyagokat (repszek, törmelékek, üvegszilánkok stb.) viszont felfogja.

Működésének titka, hogy az alábbi képen [8. ábra] látható módon a rugalmas szálak merev fonállal vannak körbevéve, ily módon a fizikai erőhatásra a merev szál megfeszül (kiegyenesedik), ami a rugalmas szálak összenyomódását és oldalra kitüremkedését okozza. Ennek köszönhetően a textil függöny felületén apró kis pólusok nyílnak meg, amelyeken keresztül a légnnyomás részben átjut és a függöny nem szakad el, illetve nem mozdul el a rögzített helyéről. [14]



8. ábra A robbanásálló függöny merev és hajlékony szála<sup>10</sup>

## ÖSSZEGZÉS

Személytelen, pusztító, civil áldozatokra nincs tekintettel, háttérben pedig általában gyűlölet, vallási fanatizmus, vagy szélsőséges szándék, illetve gondolkodás áll. Röviden ezekkel a jelzőkkel lehet összefoglalni a modern kori terrorizmus leghatékonyabb fegyverét, az improvizált, azaz rögtönzött módon, házilag készített robbanóeszközt. A bombák célpontjai az esetek túlnyomó többségében járművek (főként katonai, vagy tömegközlekedési eszközök), valamint valamilyen kiemelt szereppel bíró épületek. Az épületek összeomlása elleni speciális kivitelezési alapelvek alkalmazásával, valamint a maximális biztonsági távolság megtartásával a terroristák dolgát jelentősen meg lehet nehezíteni, azonban a tökéletes biztonsági szint nem elérhető, mivel minden védelmi rendszer valójában annyira erős, mint amennyire a leggyengébb pontja ellenálló.

Napjaink magas technológiai fejlettségének és a globális terrorveszélyeztetettségi szintjének köszönhetően ma már számos olyan technikai berendezés áll rendelkezésre, amelyek a periméter-védelem, az épületszerkezetek és üvegfelületek megerősítése mellett képesek nagy pontossággal azonosítani a robbanóanyagokat. Ilyen hatékony eszközöknek bizonyultak a gázkromatográfiás berendezések és spektrométerek, amelyeket ma már számos repülőtéren és kritikus infrastruktúra beléptető pontjain alkalmaznak.

A jövőt tekintve újabb és újabb hasonló funkciókkal bíró, innovatív eszközök és megoldások megjelenése prognosztizálható, azonban sokkal fontosabb lenne a meglévő és jelenleg is hatékonyan működő berendezések elterjedésének támogatása, akár az unión belül vonatkozó irányelvek kidolgozásával.

---

<sup>10</sup> Forrás: Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC): Expanding blast-proof curtain will reduce impact of bomb explosions URL: <http://www.epsrc.ac.uk/newsevents/news/2010/Pages/blastproofcurtain.aspx>, Letöltés: 2014.02.13.

## IRODALOMJEGYZÉK

1. Prof. Dr. Lukács László: Az épületek elleni robbantásos cselekmények és jellemzőik, Műszaki Katonai Közlöny, XXII. évfolyam, 2012. különszám. URL: <http://hkk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012kulonszam/18%20teljesszam.pdf>, Letöltés: 2014.02.12.
2. Szokolai Géza – Németh László: Tűzszerészeti alapismeretek, CEDIT, 1997.
3. Makk László – Hajdú László: Az improvizált robbanóeszközök alkalmazásairól, Honvédségi Szemle 2007/03 szám.
4. Kiss Zsolt: A missziókban szolgálókat fenyegető rádió-távvezérlésű bombák és az ellenük való védekezés kérdései, Hadmérnök on-line tudományos kiadvány.
5. Román Zsolt – Nagy Róbert: Áramlástani megközelítés alkalmazása a robbantások elleni védekezésben Műszaki Katonai Közlöny XXII. évfolyam, 2012. különszám, pp.: 45–56. URL: [http://hkk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012kulonszam/0620Aramlastan20robb20elleni20ved-ben 20-20Roman\\_Zs-Nagy\\_R.pdf](http://hkk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012kulonszam/0620Aramlastan20robb20elleni20ved-ben 20-20Roman_Zs-Nagy_R.pdf) Letöltés: 2014.02.12.
6. Pető Richárd: Üvegezett felületek robbanás elleni védelme, Műszaki katonai Közlöny, XXII. évfolyam 1. szám. 2012 URL: <http://hkk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012majus/6.UvegezettFeluletekRobbanasElleniVedelme.pdf>, Letöltés: 2014.02.12.
7. Pető Richárd: Sűrűn lakott, forgalmas helyszínek létesítményeinek védelme robbantásos cselekmények ellen, Műszaki Katonai Közlöny, XXIII. évfolyam, 2013. 1. szám, URL: <http://hkk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF2013elso/06%20Peto%20Surun%20lakott%20letesitm-ek%20vedelme.pdf>, Letöltés: 2014.02.12.
8. Prof. Dr. Szabó Sándor, Dr. Kovács Tibor, Dr. Kovács Zoltán: Korszerű műszaki technikai eszközök II. BOLYAI SZEMLE 16:(2) pp. 209-232. (2007.)
9. Oktel elektronikai Kft.: Forgalmkorlátozó oszlop. URL: <http://oktel.hu/szolgaltatas/belepteto-rendszer/forgalomkorlatozo-oszlop/>, Letöltés: 2014.02.14.
10. US testing Equipment, Ltd.: Archer Barrier Systems. URL: <http://www.ustesting.com/barriers.html>, Letöltés: 2014.02.12.
11. Hegedűs Katalin: A robbanóanyagok tömeg spektrometriával történő felderítése és analízise, Műszaki Katonai Közlöny, XXII. évfolyam, 3. szám, 2012. URL: <http://hkk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012december/06%20Hegedus%20Katalin.pdf>, Letöltés: 2014.02.13.
12. Laczik Balázs: Épületek robbantásos terrorista cselekmények elleni védelmének nemzetközi és hazai jogi szabályozása valamint a védekezés módjai, formái és eszközei, Műszaki Katonai Közlöny, XXII. évfolyam 3. szám, 2012. URL: <http://hkk.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/pdfanyagok2012december/03%20EPULETEK.pdf>, Letöltés: 2014.02.13.
13. Balogh Zsuzsanna: A repülőtéri épületek védelme terrorista robbantások ellen, Repüléstudományi Konferencia különszám, 2009, Szolnok. URL: [http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2009\\_cikkek/Balogh\\_Zsuzsanna.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2009_cikkek/Balogh_Zsuzsanna.pdf), Letöltés: 2014.02.13.
14. Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC): Expanding blast-proof curtain will reduce impact of bomb explosions, 2010. június 21. URL: <http://www.epsrc.ac.uk/newsevents/news/2010/Pages/blastproofcurtain.aspx>, Letöltés: 2014.02.13.