

Prof. dr. Lukács László<sup>1</sup>

### ÉPÍTMÉNYEK ROBBANTÁSOS CSELEKMÉNYEK ELLENI VÉDELME<sup>2,3</sup>

*A publikáció a TÁMOP Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások projekt keretében, „Építmények védelme, megerősítése robbantásos cselekmények ellen” témában folytatott kétéves kutatás eredményeit összegzi. A Magyar Honvédség szerepvállalása a nemzetközi békefenntartó feladatokban sürgető szükségszerűséggé teszik a robbantásos cselekmények vizsgálatát, az ellenük való védekezés adminisztratív, technikai/műszaki és szervezeti lehetőségeinek kutatását. A kutatás eredményeként, egyrészt a magyarországi környezetben található épületek terrorista merényletekkel szembeni védelmének módszereit, eljárásait, lehetőségeit kívántuk kidolgozni. A vizsgálat fő szempontjai alapvetően a szerkezet károsodásának mértéke és a bent lévő emberek életének a védelme voltak. Vizsgáltuk továbbá, hogy az adott környezeti feltételek mellett egy kiemelt fontosságú objektum hogyan tehető biztonságosabbá? Kutattuk az aktív és passzív védekezés lehetőségeit. A kutatás vizsgálta a katonai missziós feladatok létesítményeinek, táborainak védelmi lehetőségeit is. A konferencián a kutatás keretében végrehajtott kísérleti robbantásokról készült film kerül levetítésre.*

*Kulcsszavak: terrorista robbantás, építmények védelme robbantásos cselekmények ellen*

### BEVEZETÉS

A projekten belül kétéves kutatást folytatunk „Építmények védelme, megerősítése robbantásos cselekmények ellen” témában. A Magyar Honvédség szerepvállalása a nemzetközi békefenntartó feladatokban sürgető szükségszerűséggé teszik a robbantásos

<sup>1</sup> CSc., a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, majd a Nemzeti Közszolgálat Egyetem nyugalmazott egyetemi tanára.

<sup>2</sup> Bírálta: Dr. Kovács Zoltán egyetemi docens, E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu<sup>3</sup> A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001, Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások projekt, Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmének lehetőségei elnevezésű kutatás eredményei alapján készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatás résztvevői többek között a Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és HMH 1. „Honvéd” Tűzszerész és Hadihajós Ezred, az ORFK Készenléti Rendőrség, Tűzszerész Szolgálat és a TÜV Rheinland InterCert Kft. Bernhard Rieger, Bernhard Rieger Sprengtechnik (Germany); Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Lothar W. Meyer, director, valamint Dr. – Ing. Norman Herzig, managing director, Nordmetall GmbH. (Adorf, Germany); Pavel Manas (PhD), Petr Beyr (CSc) és Dalibor Coufal (PhD hallgató), University of Defence, Faculty of Military Technology/Department of Engineer Technologies (Czech Republic, Brno), Lubomir Kroupa (CSc) és Jan Mazal (CSc.) University of Defence, Faculty of Economics and Management/ Department of Combat Support Management (Czech Republic, Brno).

<sup>3</sup> A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001, Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások projekt, Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmének lehetőségei elnevezésű kutatás eredményei alapján készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatás résztvevői többek között a Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és HMH 1. „Honvéd” Tűzszerész és Hadihajós Ezred, az ORFK Készenléti Rendőrség, Tűzszerész Szolgálat és a TÜV Rheinland InterCert Kft. Bernhard Rieger, Bernhard Rieger Sprengtechnik (Germany); Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Lothar W. Meyer, director, valamint Dr. – Ing. Norman Herzig, managing director, Nordmetall GmbH. (Adorf, Germany); Pavel Manas (PhD), Petr Beyr (CSc) és Dalibor Coufal (PhD hallgató), University of Defence, Faculty of Military Technology/Department of Engineer Technologies (Czech Republic, Brno), Lubomir Kroupa (CSc) és Jan Mazal (CSc.) University of Defence, Faculty of Economics and Management/ Department of Combat Support Management (Czech Republic, Brno).

cselekmények vizsgálatát, az ellenük való védekezés adminisztratív, technikai/műszaki és szervezeti lehetőségeinek kutatását. A kutatás eredményeként, egyrészt a magyarországi környezetben található épületek terrorista merényletekkel szembeni védelmének módszereit, eljárásait, lehetőségeit kívántuk kidolgozni. A vizsgálat fő szempontjai alapvetően a szerkezet károsodásának mértéke és a bent lévő emberek életének a védelme voltak. Vizsgáltuk továbbá, hogy az adott környezeti feltételek mellett egy kiemelt fontosságú objektum hogyan tehető biztonságosabbá? Kutattuk az aktív és passzív védekezés lehetőségeit. A kutatás vizsgálta a katonai missziós feladatok létesítményeinek, táborainak védelmi lehetőségeit is.

## 1. A KUTATÁS RÉSZFELADATAI ÉS AZ ELVÉGZETT MUNKA ÖSSZEFOGLALÁSA

### 1.1 A kutatás tervezett részfeladatai az alábbiak voltak:

- A robbantásos merényletek jellemzőinek meghatározása;
- Bekövetkezett robbantásos merényletek – esettanulmányok;
- Kritikus infrastruktúra körébe tartozó létesítmények veszélyeztettségének meghatározása kockázatelemzéssel;
- A robbanási hatások elleni védelmet szabályozó hazai és nemzetközi előírások tanulmányozása, kutatása, összehasonlítása – Elkészült az „Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmét szolgáló hazai és nemzetközi szabályozók, szabványok, szabályzatok, egyéb szakanyagok” c. kutatási adatbázis DVD-n, mely a témával kapcsolatos 323 db dokumentumot tartalmazza, szakszavak által kereshető formában;
- A robbanási lökéshullám építményekre gyakorolt hatásának modellezése, számítógépes programok (ProSAir, ANSYS LS DYNA) alkalmazásával;
- Kísérleti robbantások végrehajtása a robbanási terhek pontosítására – a TÜV Rheinland InterCert Kft közreműködésével + „Kísérleti robbantások háromféle robbanóanyag robbanásfizikai paramétereinek és arányossági jellemzőinek megállapításához” c. dokumentumfilm;
- Az adatok tükrében ajánlások kidolgozása az egyes állandó építmények kialakítására, megerősítésére, védelmi képességének fokozására;
- A program alkalmazhatóságának vizsgálata missziós katonai műveletek Force Protection feladatai során.

### 1.2. Az elvégzett feladatok

A kétéves munkában 7 minősített és 10 nem minősített oktató, kutató, további 3 doktorandusz hallgató, és 3 egyéb szakértő (köztük 1 BSc hallgató), valamint 9 külföldi szaktekintély vett részt.

### A kutatási eredményeket az alábbi formában publikáltuk:

- 12 hazai és külföldi konferencián, 35 előadást tartottunk;
- 83 folyóirat cikket írtunk (magyar, angol és szlovák nyelvű);

- Öt tanulmány készült el:
  - Román Zsolt – Nagy Róbert: VIZSGÁLATI TANULMÁNY a „Robbantásos építményvédelem” kísérleti robbantásainak vizsgálatához;
  - Balogh Zsuzsanna: Épületek minimálisan kialakítandó terrorizmus elleni védelmének szabványa – egységes létesítményi előírások – tanulmány;
  - Dr. Hernád Mária – Daruka Norbert – Gúth Gábor: Robbantásos cselekmények során fellépő egészségkárosító hatások mérése, értékelése, a védekezés módszerei, lehetőségei – tanulmány;
  - Román Zsolt – Nagy Róbert: Lökéshullámok modellezése, és komplex térben való terjedésük vizsgálata kísérleti robbantások és az építményekre gyakorolt hatások szempontjából – tanulmány;
  - Román Zsolt – Nagy Róbert: Építmények kialakítása, megerősítése, védelmi képességeinek fokozása robbantási kísérletek és szoftveres modellezés alapján – tanulmány.
- Három PhD dolgozatot védtek meg sikeresen a kutatott témához kapcsolódóan kollégáink:
  - Balogh Zsuzsanna: Katonai objektumok robbantásos cselekmények elleni védelmének lehetőségei – 2013.;
  - Dr. Hernád Mária: A robbanás és a robbanóanyagok emberi szervezetre gyakorolt hatásai és megelőzésének lehetőségei – 2014.;
  - Daruka Norbert: A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására – 2014.
- Két levelező és egy nappali ösztöndíjas PhD halgató folytatja tovább a pályázat keretében megkezdett kutató munkáját:
  - Nagy Róbert okl. építőmérnök (NKE<sup>4</sup> Katonai Műszaki Doktori Iskola, 2013/2014. tanévtől OE<sup>5</sup>. BGBMK<sup>6</sup> Biztonságtudományi Doktori Iskola, levelező hallgató) – témája „Robbanások hatásának és építményekkel való interakciójának modellezése az építmények merényletekkel szembeni védelmének szempontjából”;
  - Román Zsolt okl. építőmérnök (NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola, 2013/2014. tanévtől OE. BGBMK Biztonságtudományi Doktori Iskola, levelező hallgató) – témája „Robbantásos merényletek elemzése, ellenük való védekezés és annak építményvédelmi vonatkozásai”;
  - Pető Richárd okl. biztonságtechnikai mérnök (OE. BGBMK Biztonságtudományi Doktori Iskola nappali ösztöndíjas hallgató) – témája „Robbantásos cselekmények elleni védekezés eszközei és lehetőségei tömegtartózkodású objektumokban”;
- Hegedűs Katalin biztonságtechnikai mérnöki alapszak (BSc) hallgató: A robbanóanyagok tömeg spektrometriával történő felderítése és analízise – 3. díjat nyert

<sup>4</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem.

<sup>5</sup> Óbudai Egyetem.

<sup>6</sup> Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar.

pályamunka az NKE HHK<sup>7</sup> Intézeti Tudományos Diákköri Konferenciáján (2012. november), bemutatásra került a 2013. tavaszi OTDK<sup>8</sup>-n, ahol 4. helyezést ért el.

- A „Kísérleti robbantások háromféle robbanóanyag robbanásfizikai paramétereinek és arányossági jellemzőinek megállapításához” c. dokumentumfilm, a dolgozat második részében bemutatásra kerülő kísérleteket foglalja össze;
- A KKT-ban résztvevő kollégák által összegyűjtött, a témával kapcsolatos 323 db dokumentumot tartalmazza az „Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmét szolgáló hazai és nemzetközi szabályozók, szabványok, szabályzatok, egyéb szakanyagok” c. kutatási adatbázis DVD-n;
- Végezetül a kétéves munkák eredményei két záró tanulmányban kerültek összegzésre (megírásában 16-an vettünk részt):
  - „Állandó épületek robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszerei, eszközei, lehetőségei – tervezési segédlet” (544 oldal)
  - „Katonai táborok robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszerei, eszközei, lehetőségei - tervezési segédlet” (519 oldal).

### **1.3. A záró tanulmányok fontosabb fejezetei, témái:**

- A terrorizmus kialakulása, fajtái, alapvető jellemzői, célobjektumai, a robbantásos cselekmények eszközei és egészségügyi hatásai;
- Robbantásos cselekmények általános jellemzői és sajátosságai a különböző hadszíntereken, támadási helyeken;
- Az építmények robbantásos cselekmények elleni védelmével kapcsolatos nemzetközi és hazai civil és katonai szabályozások;
- Robbantásos cselekmények kockázatelemzésének sztochasztikus módszerei;
- Lökéshullámok modellezése, és komplex térben való terjedésük vizsgálata;
- Épületek robbantás elleni védelmének építészeti szempontjai, biztonsági távolságok;
- Építmények kialakítása, megerősítése, védelmi képességeinek fokozása a robbantási kísérletek és szoftveres modellezés alapján;
- Ajánlások a katonai táborok biztonsági rendszereinek kialakítására, különös tekintettel a robbantásos merényletek megelőzésére, azok hatásainak csökkentésére
- Új irányok a robbanóanyagokat felderítő eszközök területén.

## **2. A KUTATÁS SORÁN ELVÉGZETT KÍSÉRLETI ROBBANTÁSOK**

A XIX. századot a nemzeti szabadságharcok, a XX.-at pedig a világháborúk korszakának nevezhetjük. Vajon a XXI. század a robbantásos terrorista merényletek századaként kerül be a történelemkönyvek lapjaiba?

---

<sup>7</sup> Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar.

<sup>8</sup> Országos Tudományos Diákköri Konferencia.

A terrorista robbantások során az elkövetés egyik módszere, az építmények támadása nem kontakt (a katonai szakterminológia szerint közbehelyezett összpontosított) töltetekkel. A végrehajtás eszköze rendszerint egy gépjármű, melynek méretét a rombolandó építmény, ennek következtében a szükséges robbanóanyag mennyisége határozza meg. A robbanási lökéshullám (amennyiben energiája megfelelő), egyrészt rombolhatja az építmény falait, tartószerkezeteit, melynek következtében – a legrosszabb változat esetén – az összeomló épületszerkezet még a robbanásnál is nagyobb pusztítást végez. Ezt a pusztítást tovább fokozzák magából a felrobbantott járműből származó ún. primer, továbbá a környezetben lévő anyagokból keletkező szekunder repeszek, és a robbanás során keletkező magas hőmérséklet.

Az „Építmények védelme, megerősítése robbantásos cselekmények ellen” témájú kétéves kutatás keretében célul tűztük ki többek között a robbantásos merényletek jellemzőinek meghatározását, a robbanási lökéshullám építményekre gyakorolt hatásának modellezését számítógépes programok (ProSAir, ANSYS LS DYNA) alkalmazásával, továbbá kísérleti robbantások végrehajtásával az egyes szerkezeti elemek robbanásálló képességének vizsgálatát, a robbanási terhek pontosítását, majd az adatok tükrében ajánlások kidolgozását az egyes építmények kialakítására, megerősítésére, védelmi képességének fokozására.

A mai korszerű, nagysebességű folyamatok modellezésére képes matematikai programokkal vizsgálható, egy adott anyagú és falvastagságú építmény károsodása, különböző távolságban robbantott, tetszőleges töltetmeggű robbanószerkezetek esetén.

A kutatás során azonban valós körülmények között végzett robbantásokkal is igazolni kívántuk a földközeli robbantások nyomásparamétereit, összehasonlítva a kapott értékeket a numerikus szimuláció adataival. Ugyancsak kísérleteket végeztünk a robbanási nyomáshullám visszaverődési jellemzőinek és térben való terjedésének modellezésére.

A kísérleti robbantások tervezését a TÜV-Rheinland InterCert Kft. munkatársai végezték együttműködve a kiemelt kutatási terület saját kutatóival.

A kísérletsorozatban három különböző típusú robbanóanyag hatását vizsgáltuk: a magas hatóerejű brizáns hexogént, a közepes hatóerejű brizáns trotilt és az alacsony hatóerejű brizáns, ammónium nitrát bázisú ANDO-EV-t.

A töltetek külső geometriai méreteinek biztosítása céljából, a kereskedelemben kapható, megfelelő méretű műanyag labdák kerültek beszerzésre, a tervezett töltettömegeknek megfelelő méretekben.

#### Példa a töltet méretekre és tömegekre

Gumilabda átmérők (mm)	TÉRFOGAT (mm <sup>3</sup> )	Tömeg TNT (g)	Tömeg ANDO (g)
60	113040	0,18	0,11
65	143720	0,23	0,13
75	220781	0,36	0,21
85	321392	0,52	0,30
95	448693	0,73	0,42
110	696557	1,14	0,65

120	904320	1,47	0,84
140	1436027	2,34	1,34
180	3052080	4,97	2,84
220	5572453	9,08	5,18
280	11488213	18,73	10,68
400	33493333	54,59	31,15

A robbanóanyagokat az előírásokban rögzített körülmények között, megfelelő biztonsági felszerelésben lévő szakemberek töltötték a labdába, a kísérleti tervnek megfelelően.

A vizsgálatok során a töltetek előírt talajszint feletti magasságban kerültek robbantásra, melynek során egyrészt mérésre került a töltetől meghatározott távolságra és magasságban a szabadterben terjedő robbanási nyomáshullám nyomás/idő paramétere a PCB Piezoelectronics által gyártott 2 db 137A21 típusú külső nyomásmérő szondával.



1. sz. ábra: PCB Piezoelectronics 137A21 típusú külső nyomásmérő szonda<sup>9</sup>

Ezzel egyidőben, a kísérletben résztvevő szakemberek által tervezett mobil falelemek felhasználásával mértük a szabadterben terjedő robbanási nyomáshullám nyomás/idő paraméterét, az acél támfalba beépített, ugyancsak a korábban említett cég által gyártott egy darab 134A22 típusú, tourmalin nyomásmérő reflexiós szenzorral.

<sup>9</sup> A külön nem jelzett képek a szerző felvételei.



2. sz. ábra: A kísérletekhez gyártott mobil falelemek



3. sz. ábra: A falba épített 134A22 típusú, tourmalin nyomásmérő reflexiós szenzor

A gömb alakú töltetek megfelelő magasságban és távolságban történő elhelyezése a vizsgálati tervben rögzítettek szerint történt, egy egyszerű fém állvány segítségével. A kapott értékeket számítógép rögzítette.



4. sz. ábra: A töltetek a külső nyomásmérő szondákkal<sup>10</sup>

Az eredmények kiértékelését segítették a speciális gyorfényképezőgéppel készített felvételek, melyek akár kockánként is kielemezhetővé tették a robbanási folyamatot, vagy filmmé összeállítva tették láthatóvá az egyébként a másodperc töredéke alatt végbemenő folyamatot.

A kísérletsorozat második részében, utca-részlet imitációs robbantását hajtottuk végre, a mobil falelemek áthelyezésével. Az első kísérleteknél egy egyenes utca-szakaszon bekövetkező robbanás hatását mértük. A gyorfényképezés itt is segített a folyamatok megfigyelésében.

A kísérletek végén egy utca kereszteződésben bekövetkező robbanás hatását vizsgáltuk.

---

<sup>10</sup> Foto: Diószegi Imre





5. sz. ábra: Utca részlet imitáció

A kísérleteket egy kiegészítő kutatással bővítettük. „Robbantásos cselekmények során fellépő egészségkárosító hatások mérése, értékelése, a védekezés módszerei, lehetőségei” c. tanulmány készítéséhez végeztek a kísérleti robbantások során méréseket a kutatás egy másik munkacsoportjának tagjai. Ezen belül zajmérést integráló zajszintmérővel, melynek eredményei összevetik a légnyomás mérés eredményeivel, továbbá vegyi mérést Drager Multi Pid többcsatornás gázmérő műszerrel, melynek során mérgező gázok megjelenését mérték a robbanási hely közvetlen környezetében, különös tekintettel a szénmonoxidra és a nitrózus gázokra.



6. sz. ábra: Drager Multi Pid többcsatornás gázmérő

A kísérleti robbantások sikeres befejezését követően, a TÜV Rheinland InterCert Kft. egy 140 oldalas jegyzőkönyvben foglalta össze a mérési eredményeket, melyeket a kutatás szakértői kiértékeltek (lásd az 1.2. alpontban Román Zsolt-Nagy Róbert szerzőpáros tanulmányait), és az összegzett következtetések beillesztésre kerültek a kutatás fent jelzett záró tanulmányaiba.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

A kétéves kutatás szakmai tervében foglaltakat jelentősen túlteljesítve, az anyagi forrásokkal megfelelően gazdálkodva, munkánkat sikeresen befejeztük. A projekt folyamán kiépített hazai és nemzetközi szakmai kapcsolatok révén, a témával kapcsolatos újabb eredmények megismerése, a program továbbfejlesztésének lehetőségét is magában hordja.

## FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

1. Román Zsolt – Nagy Róbert: VIZSGÁLATI TANULMÁNY a „Robbantásos építményvédelem” kísérleti robbantásainak vizsgálatához
2. Diószegi Imre: VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/ KMR-2011-0001 számú „Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások” című pályázat keretében, a 4. sz. alprojekt, a „Robbantásos építményvédelem” robbantásos vizsgálatához (TÜV Rheinland InterCert Kft.)
3. Román Zsolt – Nagy Róbert: Lökéshullámok modellezése, és komplex térben való terjedésük vizsgálata kísérleti robbantások és az építményekre gyakorolt hatások szempontjából – tanulmány
4. Román Zsolt – Nagy Róbert: Építmények kialakítása, megerősítése, védelmi képességeinek fokozása robbantási kísérletek és szoftveres modellezés alapján – tanulmány
5. Kutatói kollektíva (kutatásvezető dr. Lukács László, szerk.: Dr. Szabó Sándor, dr. Tóth Rudolf): „Állandó épületek robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszerei, eszközei, lehetőségei – tervezési segédlet”
6. Kutatói kollektíva (kutatásvezető dr. Lukács László, szerk.: Dr. Szabó Sándor, dr. Tóth Rudolf): „Katonai táborok robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszerei, eszközei, lehetőségei – tervezési segédlet”