



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY

# DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISFÜZETE

## KUGYELA LÓRÁND

Ipari, valamint katasztrófa- és  
rendvédelmi felhasználású több  
komponensű robbanóanyag keverékek  
hazai fejlesztése, és azok vizsgálati és  
tanúsítási módszereinek kidolgozása.

Témavezető: Prof. Dr. Lukács László  
Dr. habil. Szabó Gyula

## Tartalomjegyzék

1	Summary .....	3
2	A kutatás előzményei .....	4
3	Célkitűzések .....	4
4	Vizsgálati módszerek .....	5
5	Új tudományos eredmények.....	6
6	Az eredmények hasznosítási lehetősége .....	7
7	Irodalmi hivatkozások listája/ Irodalomjegyzék .....	8
8	Publikációk .....	8
8.1	A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények .....	16
8.2	További tudományos közlemények (opcionális).....	16

# 1 Summary

The binary explosives or also called multi component explosives is still an unknown explosive species. Firstly, it was invented and used by Gerald L. Hurst, and its use territory was strictly in the USA, and it is remained there. The areas where it is used: roadblock removal, industrial steam boiler pipe cleaning, beaver dam blasting, log blasting and other special operations which are almost unimaginable in this continent. The reason for its use was the vast distances, small amount to be used and safe transportation without ADR constraints.

Any development amongst explosives is always up to improve some of its characteristics. Like bigger brisance, suitability for extreme conditions, tailored for melt casting or pressing. For these actions various mixtures came to alive. For at least 100 years the TNT played the main role in these mixtures. On the one hand because its insensitivity, and secondly the indifferent but good applicability for mass production. It can be used for pressed explosives or for various melt cast explosives (Comp-B; Cyclotol).

However, as all explosives has its drawbacks, like health concerns, environmental impact due to the extensive use. recent new developments now mostly aim the low vulnerability, the sensitivity like as the Fox-7, NTO. Which have better safety factor in case of direct hit or other havaria in the battlefield.

For civilian field the developments focus is the cheap mass production with safe use. Only nowadays appeared the environmental aspects, as the nitrates appeared in communal waters and their decontamination become inevitable.

The binary explosives represent a minority amongst explosives which is used task orientated where at least TNT equivalent explosive strength factor is needed, and the used quantity is not in a quarry blasting league. As this binary explosive is unknown in the general practice of the using of explosives therefor no literature was available.

Even the original mixture which was developed by Gerald L Hurst is re-drawn and a completely new formation and texture along with new performance indicators aroused.

The current version of the composition based on 10 years of experiments. The complete set of testing is a basis of my thesis. It covers all the aspects which is mandatory to place it on the market or to use safely in wide environmental conditions.

The field of use however not established yet, but it clearly shows that this is a niche product with special capabilities which allows its use in both civilian law-enforcement and military

## 2 A kutatás előzményei

Az emberiség történetének legelső robbanóanyag keveréke a fekete lőpor volt. Ez a kálium-nitrátból, kénből és faszénből álló keverék több mint 1300 éve áll a harcászat alkalmazásában. Ez idő alatt folyamatosan és több szempontból is fejlődésen ment keresztül. Egyik szempontból az alapvető összetevőinek változtatása egy sor új tulajdonságú keveréket eredményezett, amelyek a mai napig használatban vannak. Ezek legfőképpen a műszaki pirotechnikához kapcsolódnak. Másodsorban a tudomány fejlődése miatt a képességeiket egyre szélesebb körben tudták alkalmazni. A kiterjedt harctéri alkalmazás után a bányászat területén is nagy áttörést hozott, amikor Weindl Gáspár, tiroli vájár a Biber-táróban lőporral sikeres kőzetjövésztést hajtott végre. Használatát elősegítette, hogy égéséről, ezáltal munkavégző képességéről egyre több tudományos megfigyelés keletkezett, így már nem volt akadály a széleskörű elterjedésének. Az Alfred Nobel által 1867-ben szabadalmaztatott gurdinamit elterjedéséig a feketelőpor volt az egyeduralkodó a robbanóanyagok között. Mindezt úgy, hogy még mindig ugyanazt a három alapanyagot (kén, salétrom és faszén) tartalmazta. Eddigre alkalmazása már kiterjedt a civil mérnöki munka számos területére: robbantottak vele földet, követ, árkot, alagutat, de árvízi vészhelyzetben jeget is. Ezek alapján látható, hogy alkalmazása átpozícionálódott a civil területek felé. Immár nem csak harcászati feladatokra használták, hanem ipari folyamatok gyorsítására és azok produktivitásának elősegítésére.

A robbanóanyagok használatának speciális alkalmazásai leginkább a második világháború után jelentek meg. A geofizika, bányászat, anyagszerkezet kutatás, gyakorlati fizika, úrkutatás, katasztrófavédelem, rendvédelem csupa olyan terület, ahol jelentős eredmények születtek az utolsó 50 évben. Értekezésemben ezen utolsó két területhez kapcsolódó új robbanóanyag fejlesztését tűztem ki célul. Ezeknek a robbantási feladatoknak egyik legfőbb sajátossága, hogy azok tervezésére, illetve megvalósítására kevés idő áll rendelkezésre. Ezt a problémát a jogi környezet és a napjaink robbanóanyagokkal szembeni általános féleleme sem segíti elő. Éppen ezért a robbanóanyagokkal szemben általánosan támasztott követelmények mellett olyan igények jelentek meg, mint: olcsó előállíthatóság, nagyobb szavatossági idő, praktikus és egyszerű alkalmazhatóság, költséghatékony, és biztonságos tárolhatóság és szállíthatóság. Ilyen termék fejlesztéséhez a vizsgálatokat is az alapoktól kell kezdeni, a fent jelölt komplex követelmények teljesíthetősége miatt.

A kutatás során fejlesztésre kerülő kétkomponensű, gél állagú robbanóanyag nagy előnye többek között, hogy a komponensek önmagukban nem robbanásképesek, így a tárolásuk, és a felhasználási helyre történő szállításuk is biztonságos. A felhasználás előtt, a helyszínen történő

egyszerű összekeverés által ”készül el” a robbanóanyag, melynek további előnye a jelenleg alkalmazott, helyszíni bekeverésű robbanóanyagokhoz képest, a kis átmérőben való gyutacsindíthatóság.

Speciális ipari, valamint katasztrófa-, hon- és rendvédelmi felhasználású robbanóanyagokhoz önállóan ritkán történik robbanóanyag fejlesztés. Ez általában fordítva valósul meg, mely szerint a már meglévő robbanóanyagok közül próbálnak egy adott feladathoz megfelelő választani, akár kompromisszumot is kötve az alkalmazhatóság egyes területein.

Értekezésem egy olyan kétkomponensű, helyszínen összeállítható, gyutacsérzékeny robbanóanyag keverék előállításával foglalkozik, amely több, újszerű előnyös tulajdonsággal is rendelkezik ehhez a területhez.

### **3 Célkitűzések**

A hagyományos értelemben vett robbanóanyagoktól eltérő módon, a kor követelményeit szem előtt tartva egy olyan – a speciális ipari, valamint katasztrófa-, hon- és rendvédelmi feladatok során egyszerűen és biztonságosan alkalmazható – kétkomponensű, a felhasználás helyszínén összeállítható, gyutacsérzékeny robbantástechnikai termék fejlesztése, ami szemléletben új irányvonalat és rugalmasságot biztosít az alkalmazása során úgy a tárolás, mint a szállítás és a felhasználás biztonsága tekintetében. A termék alapanyagai olyan iparilag könnyen elérhető anyagok legyenek, amelyek biztosítják a végtermék gazdaságos előállítását, továbbá a szállítás és a tárolás költségeinek jelentős redukálását.

Kutatásom során:

- tanulmányoztam a jelenlegi nemzetközi piaci helyzetet és az ott található hasonló robbanóanyagok tulajdonságait;
- megvizsgáltam milyen jogszabályi hézagok vannak jelenleg egy ilyen termék tanúsítását illetően;
- bemutatom, hogy a jelenlegi jogszabályi környezetben milyen vizsgálatok szükségesek egy robbanóanyag megfelelőség értékeléséhez;
- vizsgálati eredményeimet, ahol lehetséges összevetem a jelenlegi piacon található, hasonló robbanóanyag keverékekkel;
- bemutatom, hogy mely területek azok, amelyekeken előnyösebb lehet az új termék alkalmazása a jelenleg használatban lévő robbanóanyagokkal szemben;
- kísérleti robbantásokkal bizonyítom az alkalmazás javasolható egyes területeit;
- az elvégzett kísérleteim/vizsgálataim eredményeit értelmezem és értékelem;

Egy önálló, piacképes robbanóanyag fejlesztése hatalmas, és szerteágazó munkát igényel. A szükséges vizsgálatok, azok eredményeinek értelmezése komplex feladat, amelyre ezen értekezés terjedelmi korlátjai nem elegendőek. A kutatás-fejlesztés során számos olyan eredmény született, amelynek további értékelése mind időben mind pedig tudományos szempontból ugyancsak túlmutat az igénybe vehető terjedelmen. A kifejlesztett új robbanóanyag lehetséges gyakorlati alkalmazási területeit bemutató kísérletek során nem volt – nem is lehetett – cél végleges termék, technológia fejlesztése. Ugyanakkor a gyakorlatban is bizonyítani kívántam, a kifejlesztett új robbanóanyag várható felhasználási területeken való alkalmazhatóságát.

## **4 Vizsgálati módszerek**

2010-óta foglalkozom aktívan robbantástechnikával és pirotechnikával. Magyarországon az egyedüli pirotechnikai és robbanóanyag megfelelőségértékelő Bejelentett Szervezet laborvezetője vagyok. Európában, Amerikában, Indiában, Kínában, Indonéziában, Oroszországban auditáltam lőpor, pirotechnika és robbanóanyag gyártó vállalatokat. Az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) polgári felhasználású robbanóanyagok szabványaival foglalkozó munkacsoportjának (TC/WG321) tagjaként, jelenlegi elnökeként szintén széleskörű rálátásom van a robbanóanyag ipar fejlődésének nemzetközi tendenciáira. Az eddigi tanulmányaim (környezetgazdálkodási mérnök, robbanóanyag-ipari szakmérnök) is a robbanóanyagokkal kapcsolatosak.

Saját kutatási területem már 10 éve a bináris robbanóanyagok rendszerezése és fejlesztési lehetőségeinek kutatása. Munkám során törekedtem a szakterület széleskörű hazai és nemzetközi szakirodalmának megismerésére, feldolgozására. Nagy segítséget nyújtottak a hazai és nemzetközi konferenciákon tartott előadásaim során, a résztvevő szakemberekkel történő konzultációk, szakmai kapcsolatépítések.

Az értekezésemben felvetett hipotézisekre a válaszokat kettős rendszerrel kutattam. A téma egyedisége és a kutatás-fejlesztés sajátossága volt, hogy a teljes folyamatot gyakorlati vizsgálatok, kísérletek és azok eredményeinek értelmezése, értékelése alkotta.

Az alábbi empirikus kutatási módszerek alkalmazásával törekedtem objektív eredmények elérésére:

- Kísérletek, mint az értekezésemhez kapcsolódóan a legfontosabb módszer, mivel a robbanóanyagok megfelelőség értékelő folyamatai is konkrét vizsgálatokon alapulnak.
- Megfigyelés, vagyis azok a vizsgálatok, amelyek eredményei nem értelmezhetőek szabványok, rendeletek alapján.

## Elméleti-logikai kutatási módszerek

- Analízis és szintézis módszerével vizsgáltam a robbanóanyagok gyakorlatban történő alkalmazását rögzítő nemzeti és nemzetközi szabványokat és az azokban rögzített vizsgálati módszereket, a bináris robbanóanyagokra vonatkozó szabályok meglétére.
- A hipotézisben feltett kritériumok végső értékelésének és megválaszolásának eszközeként, a kísérletekből származó eredményeket és mért értékeket összevettem a már piacon lévő más robbanóanyag keverékekkel (összehasonlítás).

## 5 Új tudományos eredmények

Az értekezésemben valós vizsgálati eredményeken keresztül bemutatva és értelmezve az alábbiakban összefoglalt tudományos eredményeket születtek.

1. Vizsgálatokkal és kutatási eredményekkel igazoltam, hogy a jelenlegi ipari és katonai biztonsági környezetben szükséges lehet egy különleges feladatok ellátására, vagy speciális műszaki robbantástechnikai feladatokhoz alkalmas helyszínen előállítható, kis átmérőben gyutacsindítható többkomponensű robbanóanyagra, ahol kis töltet méret és nagy brizancia szükséges. A keverék optimalizálható adalékanyagokkal, hogy nagyobb brizanciát mutasson, vagy éppen módosítható hogy kedvezőbb oxigénegyenlege legyen. A csomagolása széles körben célzott módon alakítható, továbbá széles (negatív és pozitív) hőmérséklet tartományban felhasználható marad.
2. Az általam kifejlesztett TKR egy olyan termék, amely a katonai robbanóanyagok, a speciális termékek és a civil területre szánt robbanóanyagok metszetén helyezkedik el úgy, hogy biztonságosan használható, a rugalmas csomagolásának és a könnyű megsemmisítésének (hatástalanításának) köszönhetően azokhoz képest többféle előnyt is biztosít. Összetevői egyenként nem robbanóanyagok, így biztonságosan tárolható és szállítható. A felhasználás helyszínén egyszerűen összekeverve ezeket, kis átmérőben gyutacsindítható robbanóanyag készíthető belőle, mely aztán megfelelő burkolatba öntve már pl. kumulatív összpontosított vagy lineáris vágótöltet töltete is lehet. Ha a felhasználására mégsem kerül sor, folyadék hozzátöltésével robbanási tulajdonságait elveszíti, így szállítása és tárolása megint biztonságossá válik.
3. Vizsgálatokkal és kutatásaimmal igazoltam: annak ellenére, hogy a bináris vagy többkomponensű robbanóanyag mint fogalom hiányzik a harmonizált szabványokból, a többkomponensű robbanóanyagok vizsgálhatóak, értékelhetőek a jelenlegi

szabványok szerint. A tesztek során mért értékek alapján a TKR tulajdonságai összevethetőek a többi már elterjedt robbanóanyaggal.

4. Vizsgálatokkal igazoltam hogy az általam kifejlesztett helyszínen előállítható többkomponensű robbanóanyag, a homogén robbanóanyagokra jellemző brizanciával, kezelésbiztossággal, gyutacsérzékenységgel rendelkezik és a gyakorlati élet számos területén alkalmazható:

## **6 Az eredmények hasznosítási lehetősége**

Javaslom a harmonizált szabványok vizsgálati módszertanába a bináris, többkomponensű robbanóanyagokat beépíteni.

Javaslom a TKR felhasználási lehetőségeit élő vizsgálattal, kőbányászatban végrehajtani, mint a keverő-töltő gépkocsikba előállított, nem gyutacsérzékeny robbanóanyagok indító töltetét.

Javaslom a TKR robbantásos fémmegmunkálásra (plattírozás, portömörítés, alakítás, stb.) történő alkalmazhatóságának további kutatását, egy szakértőkből álló kutatócsoport által.

Javaslom egy gyártósor tervezését és költségbecslését, valamint a gyártás gazdaságossági mutatóit kiszámolni.

Az esetleges katonai felhasználások szélesebb körű felmérésére és tesztelésére javaslom egy néhány fős szakértői munkacsoport létrehozását.

A TKR honvédségi felhasználása esetén javaslom a TKR kiemelt állami fejlesztésként kezelni, és ehhez kutatócsoportot létrehozni.

## **7 Irodalomjegyzék**

- [1] Lukács László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből, különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira; Dialóg Campus kiadó, Budapest, 2017, ISBN 978-615-5680-35-9.
- [2] Jared, B. L.: Preparatory manual of black powder and pyrotechnics, Ledgard 2006, ISBN 13: 9780615174273.
- [3] Benke István et al.: A magyar bányászat évezredes története, 1. kötet, OMBKE, Budapest, 1997, ISBN 9639038024.
- [4] 2022/C 247/01. A Bizottság közleménye – A termékekre vonatkozó uniós szabályozásról szóló 2022. évi útmutató (A kék útmutató), 5.1.1.
- [5] Göcze István: A tudományos kutatás módszerei; Hadtudományi Szemle, Budapest, 2014. évf. 3. szám.



- [6] Needham, J.: Science and civilisation in China, vol.5, Chemistry and chemical technology, Part 7, The military technology: the gunpowder epic, Cambridge University Press, 1986, ISBN: 9780521303583.
- [7] Szczepanski, K.: „The Invention of Gunpowder: A History”. ThoughtCo, Jan. 26, 2021, [thoughtco.com/invention-of-gunpowder-195160](https://www.thoughtco.com/invention-of-gunpowder-195160). letöltve: 2022 10 21.
- [8] Dingxiang, Z.: Theory and Technology of Rock Excavation for Civil Engineering, Springer, 2017, DOI 10.1007/978-981-10-1989-0.
- [9] Fedoroff, B. T.: Encyclopedia of Explosives and Related Items, Vol.1, Picatinny Arsenal, 1960, Dover NJ.
- [10] U.S. Pat. No. 2,402,192A Process for the production of ammonium-nitrate, (1943).
- [11] U.S. Pat. No. 2,602,732A Ammonium nitrate explosive, (1947).
- [12] Molnár László: Az MM Tammonit megnevezésű robbanóanyag és robbanótöltet család bemutatása, a Mechanikai Művek Tt. Speciális Divízió fejlesztési tevékenységének keretei között. Műszaki Katonai Közlöny 6. Évf., 1996/4 szám. 20-33.
- [13] Lukács László: Környezetkímélő katonai robbantások alkalmazása a magyar honvédségnél, Műszaki Katonai Közlöny, XXV. évfolyam, 2015. 2. szám. 22-83.
- [14] Juhász, N. B. – Maljucskova, L.: Ipari robbanóanyagok fejlesztése. A Nitrokémia Ipartelepek évkönyve 1972.
- [15] Maljucskova, L.: Az alumínium pigmentek felhasználása slurry robbanó rendszerek hatékonyságának növelésére. A Nitrokémia Ipartelepek évkönyve 1976-1984.
- [16] U.S. Pat. No. 3,566,790A Packaged aqueous slurry type explosives, (1968).
- [17] Tóth József: Az emulziós robbanóanyagok története és katonai alkalmazhatóságának lehetősége, Műszaki Katonai Közlöny, 2007/1-4. összevont szám. 157-170.
- [18] Földesi János - Földesi Tamás - Földesi Lóránd.: Korszerű robbantástechnikai termékek és eszközök használatának műszaki és gazdasági előnyei, Kő és Kavicsbányászati konferencia, Velence 2015.
- [19] Norwegian Directorate for Civil Protection (DSB), Explosion Accident during Mobile Production of Bulk Explosives, 2015.
- [20] European patent: EP 3 020 694 A1, Methods for producing explosive ANFO and Heavy ANFO compositions, p. 2.
- [21] Forrás:<http://npgm-russia.com/product-catalog/machine-mixing-and-chargers/acatalogitems/73-mszu-14-npb-k.html>, Letöltve: 2023 08 25.
- [22] Az Európai Parlament és a Tanács 2006/42/EK irányelve (2006. május 17.) a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról.

- [23] Kugyela Lóránd: Robbanóanyag keverő-töltő gépkocsik alkalmazásának előnyei a robbanóanyagok közúti szállításának szemszögéből. *Katonai Logisztika*. 2019. évi 3. szám. 162-177. DOI: 10.30583/2019/3/162.
- [24] Gowland, W. - Messel, R. - Spiller, J. (1907). Obituary notices: Frederic Just Claudet, 1826–1906; Hermann Johann Philipp Sprengel, 1834–1906; George Bowdler Buckton, 1818–1905. *J. Chem. Soc., Trans.*, 91(0), DOI:10.1039/ct9079100660.
- [25] U.S. Pat. No. 3,523,047A Hydrazine and aluminum containing explosive compositions, (1968).
- [26] Bruce, J.: Az Astrolite-robbanóanyagok. *Haditechnikai Szemle* 1970/1. 31-32. (az *Ordnance* 1969. május-júniusi számban megjelent cikk alapján).
- [27] Czapek Béla: Új robbanóanyagok az építés szolgálatában. *Haditechnikai Szemle* 1977/3. 84-88.
- [28] Shepherd, L. – Robert, T. S.: Technical Report ARLCD-TR-78010 an Evaluation of Liquid Explosives for Foxhole Digging, April 1978. US Army Armament Research and Development Command, Large Caliber Weapon Systems Laboratory, Dover, New Jersey USA.
- [29] U.S. Pat. No. 3,718,512 Porous Particles Containg Organic Liquid And Gaseous Components, (1970).
- [30] U.S. Pat. No. 6,960,267 B1 Multi-component liquid explosive composition and method. (Nov. 1, 2005).
- [31] U.S. Pat. No. 6,405,627 Multi-component liquid explosive composition and method (2003).
- [32] US Pat. No. 9,506,729 B2 Field mixable two-component liquid explosive (Nov. 29, 2016).
- [33] U.S. Pat. No. 5,970.841 Humanitarian demining device (Mar. 30 1998).
- [34] U.S. Pat. No. 5,226,986 Multi-component liquid explosive composition and method. (Nov. 1, 2005).
- [35] Two Component High Explosive Mixtures and Improvised Shaped Charges, 1st ed. 1982. Desert Publications. ISBN:0-87947-251-0.
- [36] Kugyela Lóránd: A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője, *Katonai Logisztika* 2020. évi 4. szám, pp. 58-75.
- [37] Dubé, P., 2004: Study of the Environmental Impacts of the Blowin-Place Procedure of Various Explosives. *Munitions and Charges*. Defence R&D Canada-Valcartier.

- [38] Anderson, C.J. - Bauer, A.W. (2001): FIXOR: A New Approach to Neutralizing Landmines and UXO. *Journal of Mine Action*. Vol. 5. Iss. 2, Article 32. 86-87; 112.
- [39] Daruka Norbert: A robbanóeszközök megsemmisítésének lehetőségei a tűzszerész feladatok tekintetében. *HADITECHNIKA 2010. VI. Nemzetközi Haditechnikai Szimpózium 2010. május 6–7. Budapest* (megjelent a konferencia kiadvány CD-n).
- [40] Institute for Defense Analyses: Operational Evaluation Test of Mine Neutralization Systems, Humanitarian Demining Research and Development Program Night Vision and Electronic Sensors Directorate, 2005. Április.
- [41] Fletcher, L. R. - D’Andrea, D.V. - Dick, R. A. (1983): *Explosives and Blasting Procedures Manual*. US Department of Interior.
- [42] Walter, E. J. - Konya, C. J. (1991): *Rock blasting and overbreak control*. US. DOT, Federal Highway Administration.
- [43] Forrás:<https://puraset.hu/hu/femtechnologia/kutatas-fejlesztes-1/termekek/felulethegeesztett-retegelt-fem>, Letöltve: 2022 10 30).
- [44] Lukács László – Szalay András: *Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945-1990. között II. rész – Robbantásos fémmegmunkálás*. *Katonai Logisztika*, 2002. 4. szám, 194-242.
- [45] Lancaster, J. F.: *Metallurgy of Welding*, Springer, 1980, DOI: 10.1007/978-94-010-9506-8.
- [46] Köhler, J.– Meyer, R.: *Explosives – 6th edition*. Wiley, 2007, ISBN: 978-3-527-31656-4.
- [47] Ember István: A lőszermentesítés szerepe az építőiparban, *Építőanyag*. 72 évf. 2020/2. szám. 59-63. DOI: 10.14382/epitoanyag-jsbcm.2020.9.
- [48] Ember István: A dunai alacsony vízállások tűzszerész tapasztalatai 2018-ban. *Műszaki Katonai Közlöny*. 29. évf. 2019/3. szám. 65-77. DOI: 10.32562/mkk.2019.3.5.
- [49] Ember István: *Gránátok és bombák – Mit tegyünk robbanásveszély esetén? XIII. Kő- és Kavicsbányász Napok konferencia kiadvány. (2020) Budapest*. ISBN: 9786155831164.
- [50] Ember István: Alternatíva a tűzszerész szakfeladatok során alkalmazható kumulatív töltetekre. *Seregszemle*. 2016/14. évf. 3– 4 szám. ISSN: 2060-3924.
- [51] Ember István: *Lehetőségek a tűzszerész-szakkiképzés fejlesztésére*. *Műszaki Katonai Közlöny* 30 évf. 2020/1. szám, 99-110. DOI: 10.32562/mkk.2020.1.7.
- [52] Ember István: *A tűzszerész-szakkiképzés rendszerének fejlesztése felderítőtűzszerész-felkészítés kialakításával*. *Honvédségi Szemle*. 148 évf. 2020/1. szám. 66-77. DOI: 10.35926/HSZ.2020.1.5.

- [53] Hernád Mária: Tűzszerész feladatok végrehajtása során előforduló egészségügyi kockázatok, Fúrás–robbantástechnika 2010. Nemzetközi Konferencia Balatonkenese 2010. szeptember 8–10, HU ISSN 1788–5671.
- [54] Kent, P. - James, A. (1992): Riegel's Handbook of Industrial Chemistry. New York, Van Nostrand Reinhold, 1211.
- [55] William, E. G.: Detonation limits in composite explosives, 10th Symposium on Combustion, The Combustion Institute, 1965. 833-838.
- [56] Jiping Liu: Liquid Explosives. 2015. Springer, ISBN : 978-3-662-45846-4.
- [57] Lukács László: Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban az 1800-as évek végétől napjainkig. Budapest: Ludovika. 84-87.
- [58] Railroad Accident Investigation, Ex Parte No. 213 Illinois Central Railroad Company
- [59] Blast Cause Sought. (1958). Chemical & Engineering News, 36(24), 28–35. DOI:10.1021/cen-v036n024.p. 028.
- [60] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2019/1009 rendelete (2019. június 5.) az uniós termésközelítő anyagok forgalmazására vonatkozó szabályok megállapításáról.
- [61] Daruka Norbert: Érzéketlen robbanóanyagok I. – Célkeresztben a TNT és a Composit B kiváltása, Műszaki Katonai Közlöny, 33. évfolyam (2023) 2. szám 5–21. • DOI: 10.32562/mkk.2023.2.1.
- [62] FM 5-250 Explosives and demolitions, Headquarters, Department of the Army, Washington, D.C. USA, 15 June 1992.
- [63] Military Engineering, Volume II. Field Engineering, Pamphlet No. 4. Demolitions, Army Code No. 712771 (Pam 4) Ministry of Defence, UK, 1988.
- [64] Mahadevan, E. G., 2013: Ammonium Nitrate Explosives for Civil Applications. Wiley-VCH Verlag & Co.
- [65] Kugyela Lóránd: Kisméretű, öntött robbanóanyagból készült üreges töltetek gyártása kísérleti célból, Műszaki Katonai Közlöny 28, 2018/1. 39-48.
- [66] Kugyela Lóránd: Különböző robbanóanyagból készült kisméretű kumulatív töltetek teljesítményének összehasonlító vizsgálata Műszaki Katonai Közlöny 28. 2018/3.pp. 280-298.
- [67] Kugyela Lóránd: Penetration efficiency of small sized conical shaped charges in steel targets Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik - Mining Geological Petroleum Engineering Bulletin 34, 2. 2019.pp. 27-34.

- [68] OP 1720 Shaped Charge Ammunition and Applications of Shaped Charges to Explosive Filled Ordnance (Restricted), Navy Department Bureau of Ordnance, Washington 25. D. C. 1947. p.24.Fig. 35.
- [69] Az Európai Parlament és a Tanács 2014/28/EU irányelve a polgári felhasználású robbanóanyagok forgalmazására és ellenőrzésére vonatkozó tagállami jogszabályok harmonizációjáról.
- [70] Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat, 27/2022. (I. 31.) SZTFH rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról.
- [71] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2019/1148 Rendelete (2019. június 20.) a robbanóanyag-prekursorok forgalmazásáról és felhasználásáról, az 1907/2006/EK rendelet módosításáról.
- [72] A Bizottság 2008/43/EK Irányelve a polgári felhasználású robbanóanyagok azonosítási és nyomon követhetőségi rendszerének a 93/15/EGK tanácsi irányelv értelmében történő létrehozásáról.
- [73] NATO - STANAG 4170; Principles and methodology for the qualification of explosive materials for military use.
- [74] Klapötke, Thomas M.: Chemistry of High-Energy Materials, DeGruyter, 2019. 5th ed. DOI:10.1515/9783110624571.
- [75] NATO - AOP-4526 Shaped charge jet impact test procedures for munitions.
- [76] Forrás:[https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev7/Manual\\_Rev7\\_E.](https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/manual/Rev7/Manual_Rev7_E.) , Letöltve: 2023 08 25.
- [77] O'Barr, G. L. – Cambell, M. D.: Effects of low temperatures on detonation velocity and other explosive parameters for linear shaped charge systems. *Advances in Cryogenic Engineering*, volume 12, 1966. 690-699. DOI: 10.1007/978-1-4757-0489-1.
- [78] Forrás:<http://bgi.uni-miskolc.hu/v2/index.php?w=hirek&id=18>, Lekérdezés: 2023 08 25.
- [79] Jacqueline A.: *The chemistry of Explosives*, The Royal Society of Chemistry, 1998, ISBN 0-85404-563-5.
- [80] Muhamed S.: *Test Methods for Explosives*, Springer New York, NY, DOI:10.1007/978-1-4612-0797-9.
- [81] Bohus Géza – Horváth Zoltán – Papp József.: *Ipari robbantástechnika*, Műszaki Könyvkiadó, 1983.
- [82] Matyás, Robert - Zeman, Svatopluk - Trzciński, Waldemar - Cudziło, Stanisław. (2008). Detonation performance of TATP/AN-based explosives. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*. 33. DOI:10.1002/prop.200700230.

- [83] Mertuszka, P. – Pytlik, M.: Analysis and comparison of the continuous detonation velocity measurement method with the standard method: *High Energy Materials*, 2019, 11 (2); DOI: 10.22211/matwys/0182.
- [84] Kugyela Lóránd: Robbanóanyagok alkalmazása a barlangkutatásban, a barlangi mentésben, 100 éves a szervezett magyar barlangkutatás, Konferencia előadások Budapest 2011, Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat, pp. 63-69.
- [85] Kugyela Lóránd: Measuring the jet velocity of the shaped charges, blasting techniques. Conference proceedings of 31th International Conference Stará Lesna 2019,; Slovak Society for Blasting and Drilling Works. pp. 83-86.
- [86] Oertzen, A. V.: Demonstration of proficiency by round-robin tests among explosives notified bodies. EFEE. 2013. 7th World Conference On Explosives and Blasting. Moscow.
- [87] Pachman, J.: Development of performance testing at IEM, Proceedings of the 21 Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials, Czech Republic, 2018.
- [88] Kramarczyk, B. – Pytlik, M. – Mertuszka, P.: Effect of aluminium additives on selected detonation parameters of a bulk emulsion explosive, *High Energy Materials*, 2020, 12 (2), DOI 10.22211/matwys/0197.
- [89] MSZ EN 13631-1:2005 Polgári alkalmazású robbanószerkek. Brizáns robbanóanyagok 1. rész: Követelmények.
- [90] Kugyela Lóránd: Üreges töltetek tervezési sajátosságai, főbb paramétereit. *Műszaki Katonai Közlöny* 27. 2017/ 4. 196-211.
- [91] Birkhoff, G. - MacDougall, D.P. - Pugh, E.M. - Taylor, G.I.: Explosives with Lined Cavities, *J. Appl. Phys.* Vol. 19. No. 6. June 1948.
- [92] Walters, W.: Introduction to Shaped Charges. US Army Research Laboratory, ARL-SR-150, 2007.
- [93] Lukács László: A kumulatív hatás és a kumulatív töltetek méretezése - akadémiai jegyzet. ZMKA Műszaki tanszék, Budapest, 1992.
- [94] US Pat. No. 7,752,972 B1 Low reaction rate, high blast shaped charge waveshaper, (2007)
- [95] Kugyela Lóránd: Különböző robbanóanyagból készült kisméretű kumulatív töltetek teljesítményének összehasonlító vizsgálata. *Műszaki Katonai Közlöny* 28. évfolyam 2018/3. szám, 280-298.
- [96] MŰ–224/18. Nyílászáró robbantási szakutasítás. Honvéd Vezérkar Hadműveleti Csoportfőnökség 2012.

- [97] Kugyela Lóránd: Performance test of small size shaped charges; Proceedings of Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials Pardubice, Csehország: University of Pardubice, 2018. pp. 188-198.
- [98] Bugyjás József: A kumulatív hatás modellezése és számítógépes szimulációja végeselem módszer felhasználásával. Doktori (PhD) értekezés. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Bolyai János Katonai Műszaki kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2010.
- [99] Carvalho, Gustavo & Galvão, Ivan & Mendes, R. & Leal, Rui & Loureiro, A. (2020). Aluminum-to-Steel Cladding by Explosive Welding. *Metals*. 10. 1062. DOI:10.3390/met10081062.
- [100] Akbari Mousavi, A. A. - Burley, Stephen J. - Al-Hassani, S. T. S. – Brown, W. Byers: Simulation of Explosive Welding with ANFO Mixtures, Propellants, Explosives, Pyrotechnics, Volume 29, Issue 3, June 2004. 188-196. DOI: 10.1002/prop.200400042C.
- [101] Forrás:[https://www.nobelclad.com/-/media/Project/DMC/NobelClad/Resource-Files/Detaclad\\_Titanium.pdf](https://www.nobelclad.com/-/media/Project/DMC/NobelClad/Resource-Files/Detaclad_Titanium.pdf), Letöltve: 2023 04 23)
- [102] Lukács László – Rácz Pál (szerk.): Nagyenergiájú fémmegmunkálás. Jegyzet. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2013.
- [103] Lukács László - Szalay András - Zádor István: Robbantásos fémalakítás és a repüléstechnika. *Repüléstudományi Közlemények*, XXIV. évfolyam, 2012/2. szám, 431-446.
- [104] Zádor István – Mamalis, A. G. – Szalay András – Lukács László: Fémcsövek alakítása robbantással, növelt hatásfokú hőcserélő készítéséhez. *Műszaki Katonai Közlöny*, XXII. évfolyam, TÁMOP Különszám, 2012. 128-139.
- [105] Lukács László – Szalay András – Zádor István: Robbantással készített drótkötél hurok. *Műszaki Katonai Közlöny*, XXIII. évfolyam 3. szám, 2014. 75-88.
- [106] Szalay András – Zádor István – Lukács László: A repülőgépek gyártásánál alkalmazható két- és háromrétegű fémanyagok előállítása robbantásos plattírozással. *Repüléstudományi Közlemények*, XXIV. évfolyam, 2012/2. szám, 447-459.
- [107] Szalay András – Zádor István - Lukács László: Kerámia szigetelésű fémszerelvények készítése robbantásos portömörítéssel. - előadás a XIV. Képlékenyalakító Konferencián, Miskolc, 2012. 02. 16-17. – megjelent a konferencia kiadványában.
- [108] Banker, John & Barberis, P. & Dean, S.. (2010). Explosion Cladding: An Enabling Technology for Zirconium in the Chemical Process Industry. *Journal of Astm International*. 7. DOI:10.1520/JAI103050.

## 8 Publikációk

### 8.1 A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények

- Kugyela, L. (2010). Trhacie práce a jaskynné záchranárstvo. In Trhacia technika 2010: zborník prednášok z medzinárodnej konferencie (pp. 176–186).
- Kugyela, L. (2016). Porovnanie malorozmerných plastických, liatych alisovaných kumulatívnych náloží. In Trhacia technika 2015 : zborník prednášok z medzinárodnej konferencie (pp. 169–175).
- Kugyela, L. (2017). Üreges töltetek tervezési sajátosságai, főbb paraméterei. Műszaki Katonai Közlöny, 27(4), 196–211.
- Kugyela, L. (2018). Performance test of small size shaped charges. In Proceedings of Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials (pp. 188–198).
- Kugyela, L. (2018). Kisméretű, öntött robbanóanyagból készült üreges töltetek gyártása kísérleti célból. Műszaki Katonai Közlöny, 28(1), 39–48.
- Kugyela, L. (2018). Különböző robbanóanyagból készült kisméretű kumulatív töltetek teljesítményének összehasonlító vizsgálata. Műszaki Katonai Közlöny, 28(3), 280–298.
- Kugyela, L. (2019). Penetration efficiency of small sized conical shaped charges in steel targets. Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik - Mining Geological Petroleum Engineering Bulletin, 34(2), 27–34.
- Kugyela, L. (2019). Measuring the jet velocity of the shaped charges. In Trhacia Technika 2019 : Zborník Prednášok : 31. medzinárodná konferencia Blasting Techniques 2019 : Conference Proceedings : 31th International Conference (pp. 83–86).
- Kugyela, L. (2019). Conclusions of the thermal stability Round-Robin tests among notified bodies. In Proceedings of the 22nd Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials (pp. 495–502).
- Kugyela, L. (2019). Experiments With Small Size Shaped Charges. Hadmérnök, 14(2), 99–110. <http://doi.org/10.32567/hm.2019.2.8>
- Kugyela, L. (2019). Robbanóanyag keverő-töltő gépkocsik alkalmazásának előnyei a robbanóanyagok közúti szállításának szemszögéből. Katonai logisztika, 27(3), 162–177. <http://doi.org/10.30583/2019/3/162>.
- Kugyela, L. (2020). A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. Katonai Logisztika, (4), 58–75. <http://doi.org/10.30583/2020.4.058>.



- Kugyela, L. (2023). The strange case of the binary explosives. In Zborník Prednášok 32. Medzinárodnej Konferencie Trhacia Technika 2023 - Conference Proceedings 32th International Conference Blasting Technique 2023 (Pp. 139–147).
- Kugyela, L. (2023). A helyszíni keverésű több komponensű robbanóanyagok felhasználási lehetőségeinek vizsgálata, In: Daruka, Norbert; Ember, István; Kovács, Zoltán Tibor (szerk.) II. Fúrás- Robbantástechnika nemzetközi szimpózium különkiadás, Magyar Robbantástechnikai Egyesület (2023) 172 p. pp. 68-84. , 17 p.

Kézirat lezárva: 2024 01 24