

Lukács László¹ - Tóth Rudolf²

ROBBANTÓANYAGOK A HAZAI KATONAI SZAKFOLYÓIRATOKBAN 1875–1945.

DOI: 10.30583/2018/3-4/273

Absztrakt

A tanulmány a hazai katonai robbantástechnika fejlődésének 1945 előtti korszakába nyújt betekintést, a vizsgált időszak szakfolyóirataiban megjelent cikkek, tanulmányok rövid áttekintésével. Az anyag segítséget nyújthat a témával foglalkozó szakembereknek a saját kutatásukhoz szükséges források megismerésében. Az írással a szerzők egyben emléket kívánnak állítani a robbantástechnika kutatásával, fejlesztésével, a robbantás oktatásával, a kiképzéssel és a gyakorlati munkák kivitelezésével abban a korban foglalkozó katonáknak, szakembereknek.

Kulcsszavak: robbantóanyag, robbanóanyag, robbantószer, gyutacs, robbantástechnika, iniciálás

Abstract

This study allows getting a closer view of development of domestic blasting techniques before 1945, with short reviews of articles and essays published at that time in specialist periodicals.

The article may help experts concerned with the topic to become acquainted with sources necessary for their own research.

The authors also would like to raise a monument to the memory of soldiers and experts concerned with research and development of blasting techniques, education and training of blasting and execution of demolition skills.

Keywords: blasting agent, explosive, substance, percussion cap, blasting techniques, initiation

¹ Prof. Dr. Lukács László ny. mk. alezredes a hadtudomány kandidátusa, nyugalmazott tanszékvezető egyetemi tanár, lukacs.laszlo@uni-nke.hu orcid.org/0000-0001-8569-5013

² Dr. Tóth Rudolf ny. mk. dandártábornok a hadtudomány PhD fokozatos, nyugalmazott egyetemi docens, toth.rudolf@chello.hu orcid.org/0000-0002-6013-7899

Bevezetés

Úgy a korabeli, mint a modern hadviselésben fontos szerepet kaptak a robbanóanyagok. Ha a történelem kerekét visszaforgatjuk, akkor azt látjuk, hogy a robbanóanyaghoz sokkal hamarabb fordult az emberiség a pusztítás eszközeként, mint a gazdasági fejlődést segítő, kiemelkedő fontosságú lehetőségként (gondoljunk akár az ipar számára fontos nyersanyagok kitermelésére, vagy az infrastruktúra fejlesztésében játszott elvitathatatlan jelentőségére)³. A következőkben mégis a hazai katonai robbantástechnika fejlődésének egy korai korszakába kívánunk betekintést nyújtani, a vizsgált kor szakfolyóirataiban megjelent cikkek, tanulmányok rövid áttekintésével. A terjedelmi korlátok sem teszik lehetővé ezeknek az anyagoknak a részletes bemutatását, de úgy gondoljuk, hogy a témával foglalkozó szakembereknek segítséget nyújthat az anyag a saját kutatásukhoz kapcsolódó források megismerésében.

A cikkben az egyes fogalmak és anyagok nevei többféle formában és helyesírással szerepelnek. Ennek oka az, hogy az idézett szakirodalmakban így jelentek meg, ezért – a történeti hűség okán – nem alkalmaztuk a ma elfogadott megnevezéseket.⁴

A tanulmányban a honi ipari robbantástechnikában elfogadott terminológiát alapul véve, a robbanóanyagokat és a robbantószerkeket összefoglalóan értjük robbantóanyag fogalma alatt. Ezen belül robbantószer a töltet közvetlen iniciálására szolgáló anyag vagy szerkezet⁵. Tesszük ezt azért, mert jelentős eltérés található a vizsgált időszakban a katonai szakterminológiában alkalmazott megnevezésekben.

Az 1899-es Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához⁶ például „robbanó- és gúzszer”-ről ír. Az 1902-es E-23. Műszaki oktatás a m.

³ A világon az első ipari robbantást 1627-ben hajtotta végre Weindl Gáspár Selmechányán.

⁴ Ahol ezt (a könnyebb érthetőség kedvéért) szükségesnek éreztük, ott lábjegyzetben utaltunk a ma ismert megnevezésre.

⁵ Robbantástechnikai terminológia – A robbantástechnika időszerű kérdései 5. sz. füzet. OMBKE Robbantástechnikai szakbizottság kiadványa, Budapest, 1980.

⁶ Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához – fordítás. Pallas Irodalmi és Nyomdai Rt., Budapest, 1899. – bevezetve a 4334/eln. rendelettel, 1899. 06. 18., Rendeleti Közlöny, p. 170.

kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utászhalmi számára,⁷ valamint az 1915-ös E-39,b. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság számára⁸ a „robbantó és gyújtó eszközök és ezek tartozéka”-t említi, míg Schaffer 1903-ban megjelent könyvében⁹ „robbantó anyag” fogalma alatt a mai robbanóanyagot értette, és az iniciáláshoz „gyújtószer”-t használ. Ugyancsak 1903-ban Arday¹⁰ a robbanóanyag megnevezést használja.

A tanulmány megírásához kapcsolódó kutatás során tételesen átnéztük a Hadtörténeti Múzeum és Könyvtár Hadtudományi Könyvtárában az 1879-től fellelhető Rendeleti Közlönyök, majd az ezt 1924-től felváltó Honvédségi Közlönyök lapszámait.

A vizsgált korszakban megjelent alábbi katonai szakfolyóiratokat tekintettük át, a témához kapcsolódó írásokat keresve:

- Ludovica Akadémia Közlönye (1873–1907.);
- Magyar Katonai Közlöny (1908–1930.);
- Magyar Katonai Szemle (1931–1943.);
- Műszaki Szemle (1925–1930.);
- Műszaki Katonai Közlöny (1922).

A vizsgált időszak katonai szakfolyóiratai kiadásának helyzetét az alábbi idézet foglalja össze talán legteljesebben: „A Magyar Katonai Közlöny a hivatásos honvéd tisztikar szakmai-tudományos folyóirata volt. Előzménye 1873 és 1907 között a Ludovica Academia közlönye, profiljának folytatója pedig az őt 1931-ben váltó Magyar Katonai Szemle lett. A haditudományok nemzeti nyelvünkön való művelése csak a m. kir. honvédségnek az 1867. évi kiegészítés után való megalapítása után vehette kezdetét. Ebben az időszakban az egyetlen magyar tisztképző intézet, a Ludovika Akadémia volt leginkább hivatott arra, hogy a magyar katonai irodalom vezetésével foglalkozó

⁷ E-23. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utászhalmi számára. Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1902. – bevezetve a 2388/el. rendelettel, 1902. 04. 07., Rendeleti Közlöny p. 95.

⁸ E-39,b. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság számára – tervezet. Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1915.

⁹ Schaffer Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve. Pallas Rt., Budapest, 1903.

¹⁰ Arday Géza m. kir. honvédszázados: A lőpor és robbanó anyagok technológiája és történeti fejlődése. Szent Erzsébet Nyomda Részvénytársaság, Kassa, 1910.

szellemi központ legyen, megteremtse, ápolja és fejlessze a magyar katonai műnyelvet és a magyar katonai irodalmat. Az 1873-ban megalapított legelső magyar nyelvű katonai folyóirat szerkesztését és kiadását a Ludovika Akadémiának – a honvédség legkiválóbb tagjaiból összeállított – tanári kara végezte. Ez a folyóirat volt a téma úttörője, és elvülhetetlen érdemei voltak a honvédség későbbi szellemi fejlődése és a magyar katonai irodalom fejlesztése terén is. A m. kir. honvédségnek a 19. század utolsó évtizedében való hatalmas fejlődésével azonban a Ludovika Akadémia Közlönyének keretei lassanként szűkek lettek. Elérkezett az idő, hogy az egyetlen magyar katonai folyóirat szélesebb alapra fektetve az egész honvédség közkincsévé váljék. Így indult meg 1908. január 1-én a honvédelmi minisztérium korábbinál fokozottabb erkölcsi és anyagi támogatásával a „Magyar Katonai Közlöny”. A világháború kitörésekor beszüntette egy időre megjelenését, de 1920-ban ismét életre kelt, és 1921-től kezdve a m. kir. Hadtörténelmi Levéltár kiadásában jelent meg.

A Magyar Katonai Közlöny ezekben az években már nem az egyedüli magyar nyelvű katonai folyóirat volt. A katonai tudományok mindinkább specializálódó fejlődése hozta létre a »Műszaki Szemlét«¹¹, a »Gyalogsági lövőiskola közleményeit« s az időközben megszűnt »Közgazdasági és technológiai közlemények«-et is, amelyek azonban a Magyar Katonai Közlönnél jóval kisebb terjedelemben és példányszámban jelentek meg. A nehéz gazdasági viszonyok közepette a honvédelmi miniszter 1930-as körrendeletével úgy intézkedett, hogy ezek az eddig külön-külön kiadott folyóiratok 1931. január 1-től Magyar Katonai Szemle cím alatt egyesítve jelenjenek meg. A Magyar Katonai Közlöny ettől kezdve nem önálló folyóiratként létezett tovább, hanem az új Magyar Katonai Szemle »Katonai Közlemények« című rovatát képezte, a régi szerkesztőségével, nagyjában azonos tárgykörrel és legalább is ugyanoly terjedelemben, mint addig.¹²

A fenti anyagban nem szerepel, de a szerzők számára kedves emlék az 1922-ben alapított **Műszaki Katonai Közlöny**,¹³ melyet József főherceg, tábornagy az alábbi mondatokkal bocsátotta útjára: „Maga

¹¹ A Műszaki Szemle a logisztikai folyóirat egyik elődje volt. Az akkor a Műegyetemhez csatolt Technikai Kísérleti Intézet kiadványaként jelent meg 1925 és 1930 között. <https://www.mkle.net/news/legujabb-kiadvany-muszaki-szemle/> (2018. 12. 06.)

¹² <https://adtplus.arcanum.hu/hu/collection/MagyarKatonaiKozlony/> (2018. 12. 06.)

¹³ 23786/eln. 1922. számú Körrendelet: A Műszaki Katonai Közlöny alapítása. Rendeleti Közlöny 55. szám, 1922. november 4. 463. o.

a természet végezte a legnagyobb munkálatokat és így alkotta meg országunkat, hogy a mi hivatásunk a békés élet és nem a támadó háború, hanem a körülbástyázott önvédelem...

Ha egyszer erőre kapott lesz e lap, akkor fogják csak látni azok, kik tán ma kételkedőleg veszik kezükbe, hogy mily igen nagy jelentősége van e szakmának."

A várakozások ellenére a lap sajnos nem „kapott erőre”, és összesen egy évfolyamot ért meg. A Magyar Hadtudomány Társaság Műszaki Szakosztálya 1991-ben alapított folyóiratát ugyanezen a néven indította el, tisztelegve az elődök előtt. A lap ma már a XXVIII. évfolyamánál tart, és a korábbi nyomtatott kiadás után 2011-től elektronikus formában érhetik el az érdeklődők.¹⁴ Akik a korábban megjelent cikkeket kívánják tanulmányozni, azok – a könyvtári példányok mellett – az MH VDK¹⁵ Doktrinális és Szabályzatfejlesztő Osztály és az NKE¹⁶ Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Műszaki Tanszék közös gondozásában megjelent Műszaki Adattár I.: Műszaki Katonai Közlönyök 1991–2012. című DVD-n találhatják meg ezeket.

A katonai robbantástechnika helyzete a vizsgált időszakban

Az 1867-es kiegyezést követően az Osztrák-Magyar Monarchia egy Közös Minisztériumot hozott létre, melynek keretében a két tagállam közös ügyeit külön (közös) külügy-, hadügy- és pénzügyminiszter intézte, annak 1867. december 24. és 1918. december 12. közötti működése alatt. „A közös külügy- és pénzügyminisztérium élén 1870 májusától váltakozva magyar, illetve osztrák miniszter állt. A közös hadügyminisztériumot mindig osztrák tábornok vezette.”¹⁷

A közös hadseregnek megfelelően, mind a robbantóanyagokkal történő ellátás, mind a robbantástechnológia is közös volt, a magyar nyelvű szabályzatok az osztrák alapművek fordításai voltak. Az 1928–1929-es években megjelent saját szabályzatunk – természetesen – szintén támaszkodott ezekre a művekre, viszont azoknál sokkal

¹⁴ <http://hkh.archiv.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/index.html>

¹⁵ Vezetési és Doktrinális Központ

¹⁶ Nemzeti Közszolgálati Egyetem

¹⁷ Magyar Nagylexikon, 11. kötet (Kir-Lem). Magyar Nagylexikon Kiadó, Budapest, 2000. 514. o.

alaposabb, nyugodtan kijelenthetjük, hogy kimondottan magas színvonalú kiadvány volt.

Az 1800-as években forradalmi változások történtek a robbanóanyagok fejlesztése terén. A ma is alkalmazott alap robbanóanyagok jelentős részének felfedezése erre az időszakra tehető. Az Osztrák-Magyar Monarchia katonai szakemberei is jelentős eredményeket értek el ezen a téren, példaként Fülöp Hess, Trauzl Izidor és Zubovits Fedor nevét említjük meg.

Fülöp Hess a közös hadseregben az altábornagyi rendfokozatig jutott. 1898-ban Bécsben jelent meg „Über Sicherheits Sprengstoffe und methoden ihrer erprobung” (Biztonságos robbanóanyagokról és azok kipróbálásának módszereiről) c. könyve. Neve a robbanóanyagok vizsgálatában végzett kutatásai (Hess-féle döngölő próba és ingás erőmérő), valamint a „pillanatnyi durranózsínór gyújtózsínór” felfedezése által vált ismertté.

Trauzl Izidor 1869-ben, mint műszaki főhadnagy, Angliában a tüzéségi lőgyapotot vizsgálta. Ennek eredménye volt a nevéhez fűződő lőgyapot dinamit feltalálása. 1870-ben jelent meg „Explosive nitrilverbindungen” című könyve. 1885-ben kilépett a hadseregből és a Dinamit Rt. műszaki vezérigazgatója lett. 1886-ban megjelenik „Sprengel's seuere Explosivstoffe und Hellhoffit” c. könyve, ekkor tartalékos százados és a Ferencz József-rend lovagja. Nevéhez fűződik a mai napig alkalmazott ólomhengeres robbanóanyag-vizsgálat.¹⁸

A mai szárazföldi telepítésű aknák elődje volt a szárazföldi torpedó, melynek fejlesztésében **Zubovits Fedor** vállalt jelentős szerepet. A Pallas Nagylexikonban az alábbiak olvashatók erről az eszközről: „Szárazföldi torpedónak oly robbanó testeket neveztek, melyeket első ízben az észak-amerikai polgárháborúban Charlestown ostrománál, 1870. pedig Páris védelménél használtak. Ez egy robbanóanyaggal telített vas- vagy faedény, mely utakon, útszorosokon stb. elásva, oly szerkezettel bír, hogyha egy csapat reája lép, felrobban. E torpedónak további fejlesztése Zubovits Fedor honvéd huszárszázados érdeme, ki a csapatok által viheto 2 kg robbantó gelatint tartalmazó repülő torpedót, tábori erődítéseknel használt, 10 kg robbanó anyaggal ellátott torpedót és állandó erődítéseknel alkalmazott 15 kg gelatintöltetű torpedókat készített. Torpedói, minőségük szerint, a

¹⁸ Bagi Szilárd: Az Osztrák-Magyar Monarchia és a magyar honvédség műszaki tisztjei a robbantástechnika szolgálatában. Műszaki Katonai Közlöny, 2000/4. szám, 88–111. o.

reátaposás folytán bizonyos akadálytárgyak eltávolításánál vagy pedig villamosság által tetszés szerinti pillanatban, végre egy szabályozható óramű-szerkezet segélyével, előre meghatározott időben robbannak. Zubovits torpedóit több állam használja.”

A katonai robbantási feladatokra vonatkozó szabályok a kor alábbi műveiben tanulmányozhatók:

- Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához, 1899.;19
- E–23. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utászi számára, 1902.;20
- E–39,b. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság számára (1915);21
- E–32. Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára (1926);22
- E–34 (Műsz. okt. műsz.): Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I–II. rész + Mellékletek, 1928–1929.;23
- Haditechnikai ismerete, I. kötet (1929).24.

A katonai szabályzatokon felül két további alpművet emelünk ki a vizsgált időszakból. Az egyik Arday Géza m. kir. honvéd százados: A lópor és robbanó anyagok technológiája és történeti fejlődése c.

¹⁹ Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához – fordítás. Pallas Irodalmi és Nyomdai Rt., Budapest, 1899. – bevezetve a 4334/eln. rendelettel, 1899. 06. 18., Rendeleti Közlöny, 170. o.

²⁰ E–23. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utászi számára. Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1902. – bevezetve a 2388/eln. rendelettel, 1902. 04. 07., Rendeleti Közlöny, 95. o.

²¹ E–39,b. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság számára – tervezet. Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1915.

²² E–32 (Műsz. okt.) Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára + Ábrafüzet. M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1926. – bevezetve a 17530/eln. rendelet, 1926. 12. 01. Honvédségi Közlöny 29. szám, 232. o.

²³ E–34 (Műsz. okt. műsz.) Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I–II. rész + Mellékletek. M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928–1929. – bevezetve a 5281. eln. rendelet, 1928. 04. 30. Honvédségi Közlöny 10. szám, 73. o.

²⁴ Schmoll Endre: Haditechnikai ismeretek I. kötet. A szerző kiadása, Budapest, 1929.

könyve (1910).²⁵ A másik pedig Schaffer Antal „A gyakorlati robbantó technika kézikönyve” (1903).²⁶ Ez utóbbi civil mű,²⁷ ugyanakkor maga a szerző írja könyve előszavában, hogy a megírása során felhasználta „az osztrák és magyar utászcsapat által használt Technischer Unterricht” kiadványt.

A magyar honvédségben²⁸ alkalmazott robbantóanyagok 1899–1945 között

Az Osztrák-Magyar Monarchia közös hadseregében a lőport (fekete lőpor), a dinamitot és 1892-ig a hadi „repszto-gelatine-t” használták. Ez utóbbi a hadi kormányzat rendelkezése alapján saját fejlesztésű robbanóanyag volt, mely már kis távolságú lövéssel szemben is érzéketlen maradt (ellentétben az egyébként alkalmazott hagyományos „repszto-gelatine”-nal). Ezt a képességét 96% „repszto-gelatine” és 4% kámfor megfelelő keverésével érték el. Ennek ellenére 1892 után a katonai gyakorlatban a hadi „robbantó-gelatine”-t az ekrazit (pikrinsavas robbanóanyag) váltotta fel, melynek hatása ugyanakkora volt, mint a dinamité (dynamit), sőt vasszerkezetek robbantása esetén még felül is múlta azt.²⁹

A Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához (1899) tankönyv ennek megfelelően a lőport, a dinamitot és az „ékrazitot (pikrinsav)” sorolja fel, mint az aknatöltetek robbantószerzeit. Ezen belül a tábori felszerelés szabványos robbantószerze az ekrazit volt, melyből 1 kg-os robbantó szelencéket készítettek a lovasság utászszakaszai részére. A szelence vízállóan forrasztott (0,3 mm vastag) fehérbádóg burkolattal rendelkezett. Megjegyzendő, hogy bár a trotilt (trotyl) nagy mennyiségben gyártották a Monarchia robbanóanyag-gyárai (békeidőszakban naponta 16 tonnát, amely a háborús készülődés időszaká-

²⁵ Arday Géza m. kir. honvédszázados: A lőpor és robbanó anyagok technológiája és történeti fejlődése. Szent Erzsébet Nyomda Részvénytársaság, Kassa, 1910.

²⁶ Schaffer Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve. Pallas Rt., Budapest, 1903.

²⁷ Királyi főmérnök, műszaki tanácsos, a dunabogdányi és visegrádi m. kir. kincstári kőbánya kezelőségének főnöke Visegrádon, a Magyarhoni Földtani Társulat tagja.

²⁸ A tanulmányban „magyar honvédség” alatt azt a mindenkori, központilag szervezett fegyveres erőt értjük (függetlenül annak éppen aktuális megnevezésétől), melynek feladata az ország védelme volt.

²⁹ Schaffer Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve. Pallas Rt., Budapest, 1903., 37–38. o.

ban napi 36,7 tonnára növekedett), felhasználására mégis kizárólag tüzérségi lőszer tölteteként került sor.

Ugyancsak érdemes megemlíteni, hogy az akkori számítások szerint harchelyzetben „a robbanóanyagok legnagyobb fogyasztóját a tüzérségi lőszer képezi, utána következik a gyalogsági kézigránát, majd a légibombák, utász robbanóanyagok és aknák”. A durva becslés szerint a robbanóanyag-szükséglet megoszlásának kulcsa a következő volt:

- tüzérségi lőszer 60%;
- kézigránát 22%;
- légi bombák 10%;
- utász robbanóanyag és akna 4%;
- hadianyagipar 4%.

Mindez egy 1932-es tanulmányban³⁰ olvasható, mely a Magyar Honvédség robbanóanyagokkal való ellátottságának helyzetét vizsgálta a Monarchia felbomlása után. A szerző megemlíti, hogy az utász célokra szánt 4% nagyon bizonytalan adatnak tekinthető, mivel a „korszerű felfogás a műszaki csapatok romboló tevékenységét harcászati és hadműveleti feladatok megoldásánál mind intenzívebben alkalmazza”. Támpont gyanánt szolgálhat – írja a szerző – a háborús irodalom azon adata, mely szerint a francia hadszíntéren a visszavonult csapatok kilométerenként 0,5 t robbanóanyagot használtak fel a területrombolás céljaira.

Az 1928-ban megjelent Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet, I. rész, Robbantások című minisztériumi kiadvány szerint a honvédségnél rendszeresített „robbantó anyagok” a következők: ekrazit (pikrinsav), trinitrotoluol (trotil), cseppfolyós levegő (oxiliquid) és lőgyapot.³¹

A honvédségnél nem rendszeresített, de gyakran használatos „robbantó anyagok” között említi az alábbiakat: ammonsalétromos robbantóanyagok, chlorát és perchlorát robbantóanyagok, valamint

³⁰ H. T. I.: Robbanó anyagok, pótrobbanó anyagok – a Haditechnikai tájékoztató sorozat 17. közleménye. Magyar Katonai Szemle 6. füzet, Budapest, 1932., 123–134. o.

³¹ E–34 (Műsz. okt. műsz.): Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I. rész. M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928. 15–37. pontok, 41–58. o.

bányalégbiztos robbantóanyagok. Használatban maradt még természetesen a feketelőpor is, melyet kisebb robbantásokhoz, 0,1 kg tömegű, papírba csomagolt lőportöltény formájában alkalmaztak. Nagyobb robbantások előkészítésekor a lőport hordókban vagy nagyobb edényekben kellett elhelyezni az utasítás rendelkezései szerint.

A honvédség műszaki csapatainak rendszeresített robbanóanyaga továbbra is az ekrazit maradt, melynek megjelenési formái az 1,0 és a 0,5 kg-os robbantószelence, illetve a 0,1 kg-os robbantótöltény voltak. Az 1891-1892-es állapothoz képest változást csak a hasáb alakú szelencék méretében figyelhetünk meg (a 60x60 mm-es alaplap 63x63 mm-re, a 204, illetve 104 mm-es magasság 207, illetve 100 mm-re módosult). A troilit továbbra is csak tűzéségi lövedékek és egyes gyutacsajták gyártásához alkalmazták.

A cseppfolyós levegőt (mely 3/4 rész nitrogénből és 1/4 rész oxigénből állt) helyszíni bekeverésű és azonnali felhasználású robbanóanyagként tárgyalja az utasítás (a mártó edényből való kiemelés után a helyszíni készítésű robbantótölténnyel 5 percen belül végre kellett hajtani a robbantást, ha jó eredményt akartak elérni; ebben az esetben a cseppfolyós levegő robbanásának hatása megegyezett az I. számú dinamittöltényével). A lőgyapotot (nitrocelluloze) töltény alakban alkalmazták, és az utasítás veszélyes kezelésű robbanóanyagként említi.

A nem rendszeresített, de a honvédség által is alkalmazott robbanóanyagok ismertetése a már idézett „Robbanó anyagok, pótrobbanó anyagok” (1932) tanulmánnyal van összefüggésben, mely a monarchia felbomlása következtében a robbanóanyag-gyártásban keletkezett űr (gyártási kapacitás hiánya) megoldási lehetőségeit vizsgálja. A szerzője annak a véleményének ad hangot, hogy a robbanóanyaggal történő ellátást minden állam a saját iparától várja, „mert szem előtt tartja azt a tényt, hogy a külföldről importált mennyiségek aranyba és az esetleg késedelmesen beérkező mennyiségek súlyos véráldozatokba is kerülnek... A háború megvívásában az igazi sikert csakis az jelentheti, ha a hadműveleti győzelemhez a gazdasági győzelem is csatlakozik.”³²

Mivel azonban a robbanóanyag-gyártás nem csak szándék és ipari kapacitás kérdése, hanem feltételezi a szükséges nyersanyagok

³² H. T. I.: Robbanó anyagok, pótrobbanó anyagok – a Haditechnikai tájékoztató sorozat 17. közleménye. Magyar Katonai Szemle 6. füzet, Budapest, 1932., 126–127. o.

meglétét is (mely Magyarország esetében szintén szűk keresztmetszet volt bizonyos robbanóanyagok tekintetében), „tehát a technika feladatát képezi az adott nyersanyagokkal a szükséges mennyiségeket mégis előteremteni”.

Ezért jelenik meg a szabványos és a pót-robbanóanyag fogalma a szerzőnél, valamint a kétféle robbanóanyag-kategorizálás az utasításban.

„Szabványos robbanóanyagoknak nevezzük azokat a készítményeket, melyekkel a lövedékeket békeidején töltjük, s melyek tulajdonságaikkal ideálisan alkalmazkodnak a békebeli katonai követelményekhez (hatás, állandóság, lövés, biztonság, könnyű gyártás és egyszerű szerelés), azonban csak többé-kevésbé a tömeggyártási lehetőségekhez. A pót-robbanóanyagok legfontosabb tulajdonságának a belföldi tömeggyártási lehetőséget írják elő, s az egyéb katonai követelményeknél tesznek esetleg engedményeket.”

A szabványos robbanóanyagként számba jöhető ekrazit (pikrinsav) és trotil gyártásához Magyarország már abban az időben sem rendelkezett megfelelő mennyiségű nyersanyaggal, így a szerző az ammonalétromos³³ és dinamit típusú pót-robbanóanyagok hazai előállításának és katonai szükségfelhasználásának lehetőségeit vizsgálta. Véggkövetkeztetése pozitív, mely szerint a gyártásnak semmilyen akadályát nem látja, ugyanakkor megfelelő rendszabályok bevezetése esetén lehetséges a háborús helyzetben való tömeges felhasználás (erre viszont már békeidőszakban fel kell készíteni a katonákat). Ez tükröződik a Műszaki oktatás erre vonatkozó fejezetében is.

Az 1932-es tanulmányban foglaltak igazát bizonyította pl. a II. világháború, mikor a rendszeresített robbanóanyag-készletek kimerülése után (a gyártáshoz szükséges alapanyagok beszerzésének reménytelensége miatt) a „búza-, kukorica- és burgonyakeményítőből előállított robbanóanyag”, a tri II. (nitrokeményítő) került bevezetésre, melynek „energiatartalma, brizanciája nagyobb, mint a TNT-é, de kevésbé stabil”.³⁴ A tri II. nem megfelelő kezelésbiztonságát hangsúlyozza egy volt felhasználója is, aki egy utászszázad parancsnokaként, saját gyakorlati tapasztalatai alapján írja visszaemlékezéseiben:

³³ Ammóniumnitrát alapú.

³⁴ Bohus G. – Horváth Z. – Papp J.: Ipari robbantástechnika. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983., 78. o.

„Robbanóanyagunk, a tri II. nem volt megbízható. Kétszer is megtörtént, hogy magától meggyulladt és rettenetesen heves lánggal elégett. Első alkalommal a Tisza völgyében, az útromboláshoz előkészített több száz kilónyi robbanóanyagunk gyulladt be. Szerencsére az örök idejében elugrottak. A második alkalommal, az egyik utászom hóna alatt tartott 10–15 érintőakna töltete³⁵ gyulladt be, az emberem halálát okozva”.³⁶

Az 1928-as robbantási szabályzatot 1945-ig már nem követte másik. Az új robbanóanyagokat a Honvédségi Közlönyben megjelentetett rendeletekkel vezették be:

- A 9586/el. körrendelettel (1934. 12. 21.)³⁷ került rendszeresítésre az ekrazit „megtartása mellett” a 34. M. 1 kg-os és a ½ kg-os robbantó szelence, valamint a 0,1 kg-os robbantó töltény, melyek „műszaki leírását, kezelési, gyártási és átvételi leírását az elrendelő később adja ki”.
- A 89.876/el. 7/m.-1941 körrendelettel (1941. 07. 03.)³⁸ viszont már törölték az 1 kg-os robbantó szelencét a honvédség felszereléséből.
- A 87.588/el. 7/m.-1942 körrendelet (1942. 03. 17.)³⁹ alapján kerül rendszerbe a 41. M. NK-U. robbantó anyag „0.5 kg-os robbantó szelence, 0.1 kg-os robbantó töltény, tak40., hak41. és éra42. robb. préstest kiviteli formájában”.
- A II. világháború befejezése előtt, a „páncél rombolás eszközei”-ként került rendszerbe a 77.972/el. 7. m. 1944.⁴³ alapján az 1 és 3 kg-os robbanótöltet, pentritol robbanóanyagból.

³⁵ A tri II-t nem csak utász robbanóanyagként, hanem aknák töltésére is használták.

³⁶ Damó Elemér: Műszaki csapatok a Kárpátokban a II. világháború alatt. Műszaki Katonai Közlöny, 1994/Különszám, 50. o.

³⁷ Honvédségi Közlöny 1. szám, 2. o.

³⁸ Honvédségi Közlöny 33. szám, 404. o.

³⁹ Honvédségi Közlöny, 17. szám, 181. o.

⁴⁰ 43 M tányérakna

⁴¹ Harckocsiakna

⁴² Érintő repeszakna

⁴³ M. kir. Honvédelmi Miniszter 77.972/el. 7. m. 1944. – 1 és 3 kg-os robb. töltet kezelési utasítása. Attila nyomda részvénytársaság, Budapest, 1944.

Robbantóanyagok a szakfolyóiratokban 1875–1945 között

Az alfejezetben megjelenésük sorrendjében mutatjuk be a katonai szakfolyóiratokban megjelent robbantástechnikával, robbantóanyagokkal foglalkozó cikkeket.

A Ludovica Akadémia Közlönye 1875-ben adta közre Kobilicz Lajos, „**A dinamit**” c. cikkét.⁴⁴ A tanulmányban a robbanóanyag összetételének ismertetése után az osztrák-magyar hadseregben rendszeresített „dinamit-robbantó lőszer”-ek bemutatása olvasható, úgymint:

- „robbantó bődön”;
- „robbantó szelencze”;
- nagy robbantó töltény;
- kis robbantó töltény;
- és három féle „gyújtó töltény”.

A cikket a dinamit robbanóanyaggal végrehajtható robbantási példák teszik teljessé:

- Ezen belül mélyen bevert cölöpök és folyókban lévő kősarkantyúk robbantása.
- Szilárd kőzetben történő vágatok robbantással történő kialakítása.
- „Vas-szerkezetű” hidak robbantásánál szerzett tapasztalatok.
- Dán példa alapján, artézi kutak fúrásakor, a szilárd kőzetréteg robbantása.

A Ludovica Akadémia Közlönye 1879-ben megjelent III. számában közölt cikket „Új robbantó szer” címmel⁴⁵. Ebben a Nobel féle új **robbanó zselatin** feltalálásáról tudósít, mely „4% kámforból és 96% közönséges robbantó-gelatinból (áll), mely utóbbi viszont 90 százalék nitro glycerint és 10 százalék oldható lőgyapotot tartalmaz”. A robbanóanyag „Hesz vezérkari százados⁴⁶ állítása szerint minden katonai igénynek megfelel”. A cikk végén kiemeli a szerző, hogy a „kámforos

⁴⁴ Ludovica Akadémia Közlönye, 466–473. o.

⁴⁵ Ludovica Akadémia Közlönye, 1879. III. szám, 238–239. o.

⁴⁶ A korábban bemutatott Fülöp Hess „magyarosított” neve.

robbantó gelatine felrobbantására rendkívül erős hatású gyutacs szükségeltetik.”

1888-ban Müller Hugó százados közölt egy alapos tanulmányt „**Az újabb robbanó anyagok**” címmel.⁴⁷ A szerző ebben „a lőpornak egy, a modern igényeknek jobban megfelelő indító anyag által való pótlásának szükségessége” tárgyában végzett kutatásai eredményét teszi közzé. Ebben a porosz, francia, német, orosz, osztrák, svéd és angol szakemberek által fejlesztett anyagokat mutatja be. A cikk végén a lőpor robbanásakor keletkező gázok mennyiségének és azok nyomásának meghatározására közöl érdekes számpéldát a szerző.

Ugyancsak 1888-ban jelent meg egy tanulmány **az Osztrák-Magyar Monarchia (OMM) lőporgyártásáról**⁴⁸. Ebben a hadsereg kézi-lőfegyver váltásából fakadó problémákat mutatja be a szerző: „a 8 mm. űrméretű hadipuskánál sikerrel alkalmazandó puskaportól követeltetik, miszerint az oly minőségű legyen, hogy 4 gr. puskapor alkalmazása mellett a lövedéknek indítósebessége legalább 520-530 méter legyen másodpercenként, de a mellett a fejlesztett gázoknak maximalis feszereje a 2300-2500 kilogramot meg ne haladja”. Az új igényeknek megfelelő lőporgyártás lehetőségeiről olvashatunk a cikkben, az OMM lőporgyárainak bemutatásán keresztül.⁴⁹ A lőpor gyártása állami monopólium volt, ahogy a szerző írja „a lőpor az osztrák-magyar monarchiában, a cs. és kir. katonai kincstár által kezelte. A magánhasználatra szükséges vadász és aknalőport is, a cs. és kir. katonai kincstár bocsátja áruba”. Hogy a gyártást mennyire szigorúan szabályozták, és a mai értelemben vett minőségbiztosítás már akkor is fontos volt, azt az alábbi idézet is bizonyítja: „A lőporgyártáshoz csak kis fajsúllyal bíró fából égetett szén használtatik; a legjobb és leginkább használt szén a galagonyafából (Rhamus frangula) égettetik”. A cikk végén egy táblázatban foglalja össze a szerző az abban az időben gyártott lőporok fajtáit és azok főbb jellemzőit.

Szintén **a lőporral foglalkozik** Wagner Béla, 1892-ben megjelent cikkében.⁵⁰ A tanulmány a szerző által a pozsonyi katonai tudomá-

⁴⁷ Ludovica Akadémia Közlönye, 1888. VI–VII. szám, 556–564. o.

⁴⁸ Scheich László honv. főhadnagy: A lőpornak gyártása, Ludovica Akadémia Közlönye, 1888. X. szám, 772–782. o.

⁴⁹ A hazai lőporgyártás történetét részletesebben lásd, Lukács: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből. Dialóg Campus Kiadó (Nemzeti Közzolgálati Egyetem), Budapest, 2017. 1.3.2. alfejezet, 30–33. o.

⁵⁰ Wagner Béla: A lőpor fejlődés-története. Ludovica Akadémia Közlönye, 1892. VI–VII. szám, 600–616. o.

nyos egyesületben 1892. február 10-én tartott előadásának nyomtatott formában történő megjelentetése. A lőpor kialakulását és fejlődését mutatja be nagy részletességgel a kínai kezdetektől egészen a Nobel által feltalált (nitroglicerin bázisú) füstnélküli lőporig. A komoly kutatómunkán alapuló, ugyanakkor olvasmányos mű utolsó mondatai ma is elgondolkodtatóak: „A mint a régi lőpor feltalálása sem hatott gátlólag a művelődés fejlődésére, ép úgy azt az új lőpor sem fogja tehetni, mert a hadművészet minden tökéletesbítése egyúttal előrehaladást jelent a művelődésben is. Csak békében gyarapodhatnak a tudományok és a művészetek; a békének pedig egy felkészült sereg a legjobb biztosítója”.⁵¹

A **robbantástechnikában folyó korabeli tudományos életre** jó példa a Műszaki Szemlében 1925-ben megjelent két cikk. Az 1. számban⁵² Krautz C. és Turek O. szerzők által a prágai cseh műegyetemen végzett kísérletek alapján egy német nyelvű robbantási szakfolyóiratban megjelent cikk összefoglalóját közlik, mely szerint:

- „Napfény hatása a trotylra kifejezett oxidációs folyamat. A keletkező termékekben úgy a pikrinsav, mint a trinitrobenzoesav kimutatható.
- Úgy e két sav, mint ezeknek fémsói, erősen emelik a trotyl érzékenységet.
- A napfény hatására a trotyl érzékenysége növekszik, különösen fémek és fénoxidok jelenlétében.
- A trotylt nem szabad továbbra is annak az ártatlan és veszélytelen robbanószernek tartanunk, mint eddig.
- A trotyllal való munkáknál ajánlatos a napfény behatását elkerülni is a trotylt fémektől és fénoxidoktól lehetőleg távoltartani.”

A fenti cikkekre történt reakcióról, a lap az 5. számában közölt tájékoztatót.⁵³ E szerint, ugyanabban a német szaklapban, Wichart és

⁵¹ Hogy a kérdést a mai napig, nemzetközi szinten is kutatják, arra jó példa volt az ICOHTEC '96 (Symposium of the International Committee for the History of Technology), 23. Nemzetközi Technikatörténeti Konferencia, Budapest, 1996. augusztus 7–11., ahol a „A puskapor története” szekcióban két nap alatt a német, olasz, svéd, görög, kanadai, amerikai, francia, szlovák, angol, ausztrál és magyar kutatók 23 előadást tartottak a témában.

⁵² Ty.: A trinitrotoluol szétbomlása napsugarak behatására. Műszaki Szemle 1925. 1. szám. 79. o.

⁵³ Ty.: A trinitrotoluolnak napfény hatására való szétbomlásáról. Műszaki Szemle 1925. 5. szám. 226. o.

Donat egy ellencikket jelentettek meg, melyben „kétségbe vonják a prágai mérnökök kísérleti módjának és a kísérletekből levont tanulságoknak helyességét”. A két kutató összegzett véleménye a fenti témában az alábbi volt:

- „A trotyl photoreakciós termékeiben nincsen biztosan kimutatható a pikrinsav és a trinitrobenzoesav jelenléte.
- Technikailag tiszta trinitrotoluol teljesen állandó, veszélytelen robbanószer, mely fémekkel baj nélkül érintkezésbe juthat.
- A gyakorlatban nem fordul elő, hogy trinitrotoluol vékony rétegben, oly sokáig lenne napfénynek kitéve, hogy egész tömegében káros elváltozást szenvedhetne.”

Az I. világháború eseményeit sokan, sokféleképpen értékelték az elmúlt 100 évben. Tanulmányunk szempontjából feltétlenül jelentős Turcsányi Gyula összeállítása a **Monarchia háború alatti fegyver és lőszer felhasználásáról, 1925-ből.**⁵⁴ A kutatók – szakterületüktől függően – értékes információkhoz juthatnak akár a tüzérségi és a gyalogsági lőszer, akár az ehhez (is) szükséges lőpor- és robbanóanyag-gyártásról, azok nehézségeiről. Ez utóbbiak közül érdemes megemlíteni a szénbányászat összeomlása okozta – többek között – robbanóanyag-gyártási fennakadásokat. A háború végére a robbanóanyagok előállításához sem voltak már megfelelő nyersanyagok, azokat másokkal próbálták pótolni. „A nitroglicerines lőpor glicerinjét kényszerűségből cukorból nyerték, a nitrocellosénál gyapot helyett faanyagot használtak, a trinitrotoluolt ammonállal keverték. A háború végén általában a lőpor és robbanóanyagnál minden eredeti anyag helyett pótananyagot használtak, a töltényhüvelyek és gyújtók fémrészeit pótananyagokkal pótolták stb.” A harctéren, a műszaki csapatoknál ebből fakadó gondokról Jacobi Ágost könyvében olvashat az érdeklődő.⁵⁵

A Műszaki Szemle tovább folytatta a külföldi szakirodalmakban megjelenő cikkek tallózását. Az 1926. évi 3. számban rövid összefoglalókat közöl a **robbanószerkezetek Svédországban alkalmazott gyújtásáról, a bécsi városi vasút átépítése során végzett lazító robbanásokról, továbbá a „trotylos és amatolos lövedékek leszerelésé-**

⁵⁴ Turcsányi Gyula: Az osztrák-magyar hadianyagipar fegyver- és lőszer-teljesítménye a világháború alatt. Műszaki Szemle 1925. 1. szám, 4–19. o.

⁵⁵ Jacobi Ágost utászvezredes: Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban 1914–1918. Közlekedési Nyomda K.F.T., Budapest, 1938.

nél” Franciaországban és Belgiumban tapasztalt megfigyelésekről.⁵⁶ A Műszaki Szemle következő számában is 3 érdekes külföldi robbantástechnikai érdekességről számol be⁵⁷:

1. Az első a „szász úrlövés, mint új, előnyös robbantási mód” címmel a robbantólyukak fojtás nélküli robbantását mutatja be. Ilyenkor a lyukba (a töltet fölé) nem kerül fojtás, azt a föld felszínén, a letakart lyukra rakott kartonpapírra szórják „néhány maroknyitól egy vödörig, a robbanószer mennyisége szerint”. A szerző szerint a biztonság fokozása mellett kb. 1/3 robbanóanyag-megtakarítást is eredményezhet ez az eljárás.
2. A második közlemény szerzője azt kifogásolja, „hogyan még mindig 10 különböző nagyságú robbantógyutacs van, melyeknek külső méretei a gyárak szerint változnak. A modern nézet szerint a gyártás tehát nem gazdaságos. Javasolja, hogy a robbantógyutacsok csak egyetlen nagyságban készüljenek, még pedig a mostani 1-es számúnak megfelelően (0,3 g durranóhigany).” Ha ennek erőssége nem lenne elegendő az adott robbanóanyag iniciálásához, akkor egy „attól független iniciátorral”⁵⁸ biztosítaná a megfelelő indítási energiát. Ezt egy „fehérbádóg” hüvelybe helyezi, és a gyutacs felőli végén a gyutacs felé szűkülő kúpot képez, „mely a tapasztalat szerint a gyújtóhatást erősen fokozza”.

A fenti javaslatok több szempontból is érdekesek. Egyrészt azóta valóban szabványosították a gyutacsok átmérőjét, viszont a gyutacs-indítású robbanóanyagokhoz a Nobel-féle gyutacs-sorozat 8. elemének megfelelő, 2 g durranóhigany robbanási energiájának megfelelő erősséget írnak elő.

A kúpos kiképzés pedig, a robbanási hatás koncentrációjának köszönhetően, valóban hatásnövelő. A Munroe-effektusként ismert, kumulatív hatásra vonatkozó elméletet 1888-ban mutatta be feltalálója az Amerikai Egyesült Államokban.⁵⁹ Európában M. Neumann (1911), Egon von Neumann (1914) és Franz Rudolph Thomanek (1939) német kutatók tisztázták alapos kí-

⁵⁶ Műszaki Szemle 1926. 3. szám, 170–171. o.

⁵⁷ Műszaki Szemle 1926. 4. szám, 223–225. o.

⁵⁸ Közbeeső detonátor.

⁵⁹ Charles E. Munroe: Modern explosives. Scribner's Magazine, Vol. III., 1888. 574. o.

sérletekkel a robbanási hatás koncentrációjának törvényszerűségeit.⁶⁰

3. A harmadik közlemény egy norvég vasércbányában végrehajtott hatalmas külszíni robbantásról tudósít. A 37 m magas, 70 m hosszú és 40 m széles fejtésen összesen 47.300 kg biztonsági robbanóanyagot és 1700 kg dinamitot használtak fel, mellyel mintegy 350.000 tonna ércet lazítottak meg.

Szalber Lajos egy, az Army Ordnance folyóiratban közölt tanulmány összefoglalóját tette közzé 1927-ben, **a robbanóanyagok detonációsebességének mérésére alkalmazott módszerekről.**⁶¹ Figyelemre méltóak a cikk utolsó sorai: „Szó lehet az oscillográfok felhasználásáról is, melyek mp-kénti 5.000-10.000 rezgésszámmal bírnak, sőt a katódsugár oscillográfok rezgésszámai 50.000-60.000-ig mennek fel mp-ként. Ha ezeket sikerül az ügy szolgálatába állítani, a robbanóanyagok viselkedésére vonatkozó ismereteink nagyon ki fognak bővülni”.

„**A robbantó gyutacsokról**” címmel jelent meg cikk 1928-ban,⁶² mely az addigi durranóhiganyal töltött gyutacsok helyett, az ólomazid primer töltetű, kombinált gyutacsok (a láng-érzékeny primer töltet mellett kevésbé veszélyes, szekunder robbanóanyagot is tartalmazna a gyutacs) fejlesztésével kapcsolatos kutatások eredményeit mutatja be. Itt is megjelenik az iniciálási energia fokozása céljából a fent már említett kúpos (kumulatív) kiképzés jelentősége a gyutacs fenekén.⁶³

Feltétlenül robbantástechnika-történeti érdekességről olvashatunk a „**Robbantások cseppfolyós levegővel**” című cikkben.⁶⁴ „Az alábbiakban ismertetni szándékozom a cseppfolyós levegővel való robbantások módját, az ahhoz szükséges eszközök és készülékek szerkezetét, magát a cseppfolyósító eljárást; végül pedig össze fogom

⁶⁰ A kumulatív töltetekről bővebben Lukács: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből. Dialóg Campus Kiadó (Nemzeti Közszolgálati Egyetem) Budapest, 2017. 5.2.4. alfejezet, 214–217. o.

⁶¹ Szalber Lajos: Robbanóanyagok detonációjának sebességmérése, Műszaki Szemle 1927. 12. szám, 583–588. o.

⁶² Cserneczky Béla: A robbantó gyutacsokról, Műszaki Szemle, 1928. 1. szám, 18–26. o.

⁶³ A robbanóanyagok iniciálásáról bővebben Lukács: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből. Dialóg Campus Kiadó (Nemzeti Közszolgálati Egyetem) Budapest, 2017. 1.6.2. alfejezet, 49–53. o.

⁶⁴ Cserneczky Béla: Robbantások cseppfolyós levegővel, Műszaki Szemle, 1928. 5. szám, 199–211. o.

hasonlítani a cseppfolyós levegőt a szilárd robbantóanyagokkal gazdaságosság és hatás tekintében” írja a szerző a bevezetőjében.

Nitropenta-nitroglicerín keverék robbanóanyag fejlesztéséről számol be a Műszaki Szemle 1929-ben.⁶⁵ A német szakfolyóiratban megjelent cikkről készített híradás szerint a fejlesztő (dr. Stettbacher Alfréd) elsősorban „gránátrobbanótöltetek” töltetként javasolja a felhasználását, „mert robbanósebessége az eddig ily célra használt összes robbanószerét felülmúlja”. A felhasználás szempontjából pozitívumként említi a fejlesztő, hogy a „70 súlyrész penthrit⁶⁶ és 30 súlyrész nitroglicerín képlékeny tömeget alkot, melyet kézzel kényelmesen bármily üregbe bele lehet szerelni”. További előnye a keveréknek a cikk szerint, hogy „már kis mennyiségben is a legnagyobb sebességgel detonál”. Érdekes a szerzőnek az ezzel kapcsolatos azon tapasztalata, hogy a „nitroglicerín csak a penthrytre volt jó hatással, míg trotyllal vagy pikrinsavval keverve, ezeket még mérsékelte robbanásukban”.

A fenti német szerző cikkének kivonatát közli több folytatásban a Műszaki Szemle **„A robbanószerzakma 1924-től 1928-ig”** címmel.⁶⁷ Jelen tanulmányunk nem teszi lehetővé a több mint 30 oldalas anyag bemutatását. A szakembereknek viszont feltétlenül a figyelmébe ajánlható a kor robbantástechnikai fejlesztéseit is felölelő anyag tanulmányozása.

Vörös László ugyancsak **a robbanóanyagok történeti fejlődéséről** közölt cikket 1929-ben.⁶⁸

Rövid hír formájában tudósított a Műszaki Szemle egy észak-amerikai szénbányában **folyékony szénsavval végrehajtott robbantási módszerről**.⁶⁹ „Az eljárás alapelve az, hogy a nyomás alatt tartott folyékony szénsavat hirtelen elpárologtatják és ez által nyomását hirtelen növelik”. A cég által alkalmazott Cadox robbanótöltények 850 mm hosszú, 65 mm átmérőjű acélpalackok, melyekbe a szén-

⁶⁵ Ty.: Új robbanószer gránátok töltésére, Műszaki Szemle 1929. 2. szám, 81–83. o.

⁶⁶ Pentrit a nitropenta másik elnevezése. Ismert még PETN, pentaeritrit-tetranitrát és corpent néven is.

⁶⁷ A robbanószerzakma 1924-től 1928-ig. Műszaki Szemle 1929. 6–8. szám, 333–336. o.; 1929. 9–10. szám, 433–436. o.; 1929. 11–12. szám, 514–517. o.; 1930. 2. szám, 82–88. o.; 1930. 5–6. szám, 210–225. o.

⁶⁸ Vörös László: A robbanóanyagok történeti fejlődése. Műszaki Szemle 1929. 6–8. szám, 285–290. o.

⁶⁹ Ty.: Robbantás folyékony szénsavval, Műszaki Szemle 1930. 2. szám, 76–77. o.

savval történő feltöltésük előtt vasdrót fűtőellenállást helyeznek az „elsütőfejbe”. A palackokat 76 mm átmérőjű fúrólyukakba helyezik, majd fojtják. A robbantáskor az áramforrásra kapcsolt vasdrót ellenállás felmelegszik és „annyi meleget ad, hogy a folyékony szénsav hirtelen elpárolog. Mikor nyomása kb. 700 atmoszférát elérte, az elsütőfejben lévő acéltárcsa szétreped, a szénsav kiömlik a fúrólyuk feneke felé és közben 1200-1500 atmoszférára növekedő feszültségével repesztő hatását kifejti”. A palackok többször is felhasználhatók azokon csak a fűtőellenállást és az acéltárcsát kell cserélni. Az eljárás előnyeként említik, hogy az bányalég- és szénporrobbanás veszélyes környezetben is használható, a töltények kezelése veszélytelen. Hátrányt a kb. 30–40%-kal nagyobb költség jelent.

Szokásos külföldi cikk-tallózás keretében jelent meg 1930-ban egy tudósítás Selle Hermannak, a berlini „chemia-technológiai intézetben” **zselatindinamit robbanóanyaggal végzett kísérleteiről.**⁷⁰

Korábban bemutattuk Turcsányi Gyula 1925-ben írott cikkét, az **I világháború** során tapasztalt robbanóanyag- és lőszergyártási gondokról. Ugyanezzel a témával foglalkozik egy 1930-as tanulmány is,⁷¹ kifejezetten **a robbanóanyag-gyártás vonatkozásában**. Részletesen bemutatja, hogy a szükséges alapanyagok elfogyása után milyen módon próbálták a hadszíntér igényeit mégis kielégíteni, a gyártást fenntartani. Érdekesek a – logisztikai ellátás szempontjából is – záró gondolatai: „Általánosságban helyesnek csak az irányzat mondható, mely a békeévek szinte korlátlan nyersanyaglehetőségei mellett sem feledkezik el a háborús elszigeteltségben beálló kényszerhelyzetről, s a békeévek termelése éppen azokat a szempontokat kell, hogy szem előtt tartsa, amelyeket a háború világít meg vér és arany áldozata árán”.

Ugyancsak foglalkoztunk korábban egy **nitropenta-nitroglicerin keverék robbanóanyagról** tudósító tanulmánnyal (1929). Ugyanezzel a témával foglalkozik egy 1930-ban megjelent cikk is, mely további kísérleti eredményeket közöl egy frankfurti szakmai konferencián elhangzott előadás alapján.⁷²

⁷⁰ Ty.: A zselatindinamit robbanóképességéről és detonációsebességéről, Műszaki Szemle 1930. 5–6. szám, 224–226. o.

⁷¹ Vörös László: A robbanóanyag-ellátás problémája a háború alatt és után. Műszaki Szemle 1930. 9. szám. 382–387. o.

⁷² Ty: Új általános robbanószer, Műszaki Szemle 1930. 11. szám. 500–501. o.

„**Nitrokeményítő**” címmel jelent meg egy – amerikai szabványt bemutató német cikk tallózásaként – tanulmány szintén 1930-ban.⁷³ A szerző kiemeli, hogy „ez a robbanóanyag Németországban sem katonai, sem polgári célra nem használatos. Ennek oka különösen a magas nitrálási fokúak elégtelen stabilitásában és a nitrocellulózénál is nagyobb higroszkopicitásában⁷⁴ rejlik.

Úgy látszik azonban, hogy az észak-amerikai robbanószeriparnak sikerült ezt a két hátrányt kiküszöbölnie, mert a világháború végén évi 50 millió font gyártási teljesítményt bírtak ebből az anyagból.” Ezt az amerikai gyártási szabadalom rövid bemutatása követi, majd különböző – nitrokeményítőt is tartalmazó – robbanóanyagokkal foglalkozik a szerző.

A **nitropenta** további felhasználási lehetőségeit is kutatták a szakemberek az 1930-as években. Erről tanúskodik egy újabb, ezzel a kérdéskörrel foglalkozó német előadás tallózása.⁷⁵ Az 1932-ben kiadott „**Robbanóanyagok, pótrobbanó anyagok**” című kiadvány⁷⁶ összefoglalását már fentebb bemutattuk, a vizsgált időszak alatt a magyar honvédségben rendszeresített robbanóanyagokról szóló alfejezetben.

Több mint 50 évvel később, a rendszeresített katonai robbanóanyagok ipari felhasználásra gyártottakkal történő kiváltásának kérdésével Lukács László is foglalkozott egy kutatásában. Későbbi könyvében a következő gondolatokat fogalmazta meg: „A Magyar Honvédség teljesen megváltozott körülmények közé került a rendszerváltást követően, mely kihatással volt és van a robbanóanyagokkal való ellátás területére is. Az ország védelméhez szükséges készleteket (így a gyárilag szerelt robbanótesteket és az utász robbanóanyagokat is) saját erőforrásból kellett biztosítani, illetve az elhasználódás (fizikai és morális) ütemében pótolni, mely komoly nehézségekbe ütközött és ütközik, mert:

- nem rendelkezünk megfelelő mennyiségű hazai gyártású alapanyaggal a fent említett közepes és magas hatóerejű brizáns robbanóanyagok előállításához; konfliktushelyzet esetén viszont a külső beszerzés bizonytalan, sőt akár lehetetlen lehet;

⁷³ Ty: Nitrokeményítő, Műszaki Szemle 1930. 12. szám. 545–547. o.

⁷⁴ Higroszkóposság – nedvszívó képesség.

⁷⁵ Ty: Új általános robbanószer, Műszaki Szemle 1930. 12. szám. 500–501. o.

⁷⁶ H. T. I.: Robbanó anyagok, pótrobbanó anyagok – a Haditechnikai tájékoztató sorozat 17. közleménye. Magyar Katonai Szemle 6. füzet, Budapest, 1932. 123–134. o.

- felszámolásra került az az üzem, mely nagyobb mennyiségű trotil hazai gyártására alkalmas volt (Sajóbábony) az akkor még meglévő robbanóanyag-gyáraink pedig ipari robbanóanyagok gyártására szakosodtak;
- felszámolásra került az egyedüli, katonai robbanótesteket és lőszereket gyártó üzem, a Mechanikai Művek Speciális Gyár-egysége.”

A megoldási lehetőségeket kutatva kifejti, hogy „a műszaki támogatási feladatokhoz szükséges robbanóanyag (-ok) esetén a legnagyobb mennyiséget a földrobbantási munkáknál felhasználandó mennyiség jelenti. Vajon kiváltható-e a trotil ezeknél a feladatoknál más, hazai gyártású ipari robbanóanyaggal, nevezve azt akár pótrobbanóanyagnak? Ha igen, ez támogatja-e azon törekvésünket is, hogy a katonai robbantási feladatokat az eddiginél környezetkímélőbb módon tudjuk végrehajtani?”

A feltett kérdésekre választ keresve – többek között az elvégzett kísérleti robbantásokra is alapozva – arra a végkövetkeztetésre jut, hogy „a 2004. évben elfogadott új nemzeti biztonsági stratégia tükrében nincs arra szükség, hogy a robbantási feladatokat kizárólag egyfajta robbanóanyaggal hajtsuk végre. Az ország gyártási lehetőségeit figyelembe véve elképzelhető az, hogy pl. a földrobbantási feladatoknál (árkok, fedezékek stb. robbantásos kialakítása) a trotil helyett az erre a célra sokkal megfelelőbb ammónium-nitrát alapanyagú robbanóanyagokat alkalmazzuk. Ma már rendelkezésre állnak olyan változatai ennek a robbanóanyag-fajtának, melyekkel tetszőleges környezeti (pl. vizes lyukak) és időjárási (negatív hőmérsékleti tartomány) viszonyok között is biztonsággal végrehajtható a robbantás.”⁷⁷

Hivatkozott könyve befejezésében a témával kapcsolatos összefoglaló gondolatai a következők: „A rendszerváltozást követően elkezdődött privatizáció, gazdasági átrendeződés következtében az 1990-es évek közepére szembesültünk azzal a ténnyel, hogy a fent említett tulajdonságokkal rendelkező katonai robbanóanyagok gyártásához nem rendelkezünk sem megfelelő hazai nyersanyagforrással, sem pedig gyártóbázissal. A katonai robbanóanyagok csak külső beszerzésre alapozott biztosítása viszont egy konfliktushelyzet ese-

⁷⁷ A kérdésről bővebben lásd Lukács: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből. Dialóg Campus Kiadó (Nemzeti Közszolgálati Egyetem) Budapest, 2017. 5.2.1. Ipari robbanóanyagok alkalmazási lehetőségei a katonai feladatok végzése során című alfejezet, 196–208. o.

tén akár a honvédség működésképtelenségét is maga után vonhatta volna. 1999. április 4-ét, hazánk NATO csatlakozását követően ez a fenyegetettség csökkent, ugyanakkor a kimondottan drágán megvásárolható és tárolható katonai robbanóanyag-készletek fenntartása a Magyar Honvédség szűkös költségvetését nem kis mértékben terhelte és terheli ma is....

A fent jelzett robbanóanyag-ellátási problémára és a környezetkímélő földrobbantások végrehajtására egyaránt megoldást jelenthet egy hazai gyártóbázison, döntően hazai nyersanyagból előállított, a külső időjárási körülményektől függetlenül alkalmazható, olcsó, ammónium-nitrát bázisú robbanóanyag honvédségi bevezetése. Kísérletekkel bizonyítottam, hogy, pl. a feladatvégrehajtás helyszínén bekeverhető, addig csak tűzveszélyes anyagként tárolandó és szállítandó, üveggyöngy érzékenyítésű emulziós robbanóanyag tökéletesen képes kiváltani az eddig alkalmazott trotilt. A trotiltal szemben, nullához közeli oxigén-egyenlege következtében, robbanása során nem keletkeznek mérgező gázok. A lejárt szavatosságú robbanóanyag megsemmisítése is környezetbarát módon hajtható végre.⁷⁸

A vizsgált időszak utolsó két, robbanóanyagokkal kapcsolatos tanulmánya a Magyar Katonai Szemle számaiban jelent meg, a későbbi magyar robbantástechnika kiemelkedő jelentőségű szakembere, Maróthy Géza tollából.⁷⁹

Az első „**A trotil**” címmel mutatja be tudományos igénnyel ennek a – katonai szempontból kiemelt fontosságú – robbanóanyagoknak a főbb jellemzőit, gyártását és felhasználását.⁸⁰ A szerző második cikkét „**Nitropenta és hexogén**” címmel közölte.⁸¹

Összefoglalás

A tanulmányban a vizsgált 70 év katonai szakfolyóirataiban fellelhető, a robbantástechnikával foglalkozó cikkeket tekintettük át. Ha a bemutatott anyagokat a ma érvényben lévő robbantási módszereink,

⁷⁸ Uo. Befejezés, 280–281.

⁷⁹ A Ludovika Akadémián végzett műszaki tiszt, vegyészmérnök, később – többek között – a Haditechnikai Intézet robbanóanyag és pirotechnikai laboratórium, majd a hadikémiai osztály vezetője. Részletes szakmai életútját lásd:

https://www.ch.bme.hu/document/1022/original/2000_Vitez_Marothy_gyd.pdf

⁸⁰ Maróthy Géza: A trotil. Magyar Katonai Szemle 1943. 7. szám, 142–151.

⁸¹ Maróthy Géza: Nitropenta és hexogén. Magyar Katonai Szemle 1943. 10. szám, 162–171.

alkalmazott robbantóanyagaink tükrében, a szakterület fejlődéstörténeti szemszögéből vizsgáljuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy azok szervesen illeszkednek a robbantástechnika általános vonulatába, mely az idők folyamán, empirikus úton szerzett ismeretekből kiindulva, a tudományos vizsgálatok eredményein nyugvó eljárásokká fejlődtek. Munkánkkal – úgy gondoljuk – eredményesen bizonyítottuk, hogy elődeink szilárd szakmai alapot építettek ehhez. Írásunkkal egyben emléket kívántunk állítani a robbantástechnika kutatásával, fejlesztésével, a robbantás oktatásával, a kiképzéssel és a gyakorlati munkák kivitelezésével abban a korban foglalkozó katonáknak, szakembereknek.

Felhasznált irodalom

Rendeletek:

4334/el. rendelet a Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához című tankönyv megjelentetésére. 1899. 06. 18., Rendeleti Közlöny, 17.

2388/el. rendelet az E–23. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovaság utász-szakaszai és század-utásai számára című szolgálati könyv kiadásáról. 1902. 04. 07., Rendeleti Közlöny, 95.

9169/el. körrendelet (1906. 10. 15.) Durranó gyújtózsineg 03 mintájú rendszeresítése. Rendeleti Közlöny 1906., 404.

23786/el. 1922. számú Körrendelet: A Műszaki Katonai Közlöny alapítása. Rendeleti Közlöny 55. szám, 1922. november 4. 463.

17530/el. rendelet az E–32 (Műsz. okt.) Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára + Ábrafüzet című szolgálati könyv kiadására. 1926. 12. 01., Honvédségi Közlöny 29. szám, 232.

5281. el. rendelet az E–34 (Műsz. okt. műsz.) Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I–II. rész + Mellékletek című szolgálati könyv kiadására. 1928. 04. 30., Honvédségi Közlöny 10. szám, 73.

9586/el. körrendelet (1934. 12. 21.) a 34. M. utász-robbantóanyag rendszeresítésére. Honvédségi Közlöny 1. szám, 2.

89.876/el. 7/m.-1941 körrendelet (1941. 07.03.) az 1 kg. Robb. szelence törléséről a honvédség felszereléséből. Honvédségi Közlöny 33. szám, 404.

87.588/el. 7/m.-1942 körrendelet (1942. 03. 17.) a 41. M. NK–U. robbantó anyag rendszeresítéséről „0.5 kg-os robbantó szelence, 0,1 kg-os robbantó töltény, tak., hak. és éra. robb. préstest kiviteli formájában”. Honvédségi Közlöny 17. szám, 181.

88.533/el. 7/m.-1942 körrendelet (1942. 06. 27.) a 42. M. utász gyutacs rendszeresítésére. Honvédségi Közlöny 29. szám, 323.

89.082/el. 7/m.-1942 körrendelet (1942. 08. 29) Elektromos gyutacs rendszeresítése („42 M. elektromos gyutacs a 35 M. izzógyújtó és a 42 M. elektromos szerelt gyutacs a 35 M. szerelt izzógyújtó helyett). Honvédségi Közlöny 39. szám, 412.

M. kir. Honvédelmi Miniszter 77.972/el. 7. m. 1944. – 1 és 3 kg-os robb. töltet kezelési utasítása. Attila nyomda részvénytársaság, Budapest, 1944.

Szabályzatok:

Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához – fordítás. Pallas Irodalmi és Nyomdai Rt., Budapest, 1899.

E–23. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utásai számára. Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1902.

E–39,b. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság számára – tervezet. Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1915.

E–32 (Műsz. okt.) Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára + Ábrafüzet. M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1926.

E–34 (Műsz. okt. műsz.) Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I. rész. M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928.

E–34 (Műsz. okt. műsz.) Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások II. rész + Mellékletek. M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928–1929.

Könyvek

ARDAY Géza m. kir. honvédszázados: A lőpor és robbanó anyagok technológiája és történeti fejlődése. Szent Erzsébet Nyomda Részvénytársaság, Kassa, 1910.

BOHUS G. – HORVÁTH Z.– PAPP J.: Ipari robbantástechnika. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.

JACOBI Ágost: A Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban 1914–1918. Közlekedési Nyomda K.F.T., Budapest, 1938.

LUKÁCS László: Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből. Dialóg Campus Kiadó (Nemzeti Közszerződési Egyetem) Budapest, 2017.

http://akfi-dl.uni-nke.hu/szakmai_kiadvanyok/index.php?search=/ISBN%20978-615-5680-35-9

Magyar Nagylexikon, 11. kötet (Kir-Lem). Magyar Nagylexikon Kiadó, Budapest, 2000.

PALLAS Nagy Lexikona, Pallas Irodalmi és Nyomdai Rt., Budapest, 1893-1897.

SCHAFFER Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve. Pallas Rt., Budapest, 1903.

SCHMOLL Endre: Haditechnikai ismeretek I. kötet. A szerző kiadása, Budapest, 1929.

Műszaki Adattár I.: Műszaki Katonai Közlönyök 1991–2012. – DVD. MH VDK Doktrinális és Szabályzatfejlesztő Osztály és az NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Műszaki Tanszék. Budapest, 2012.

Cikkek:

A robbanószerkezettan 1924-től 1928-ig. Műszaki Szemle 1929. 6–8. szám, 333–336.; 1929. 9–10. szám, 433–436.; 1929. 11–12. szám, 514–517.; 1930. 2. szám, 82–88.; 1930. 5–6. szám, 210–225.

BAGI Szilárd: Az osztrák-magyar monarchia és a magyar honvédség tisztjei a robbantástechnika szolgálatában, Műszaki Katonai Közlöny 2000/1–4. összevont szám, 88–111.

CSERNECZKY Béla: A robbantó gyutacsokról, Műszaki Szemle, 1928. 1. szám, 18–26.

CSERNECZKY Béla: Robbantások cseppfolyós levegővel, Műszaki Szemle, 1928. 5. szám, 199–211.

DAMÓ Elemér: Műszaki csapatok a Kárpátokban a II. világháború alatt. Műszaki Katonai Közlöny, 1994/Különszám

H. T. I.: Robbanó anyagok, pótrobbanó anyagok – a Haditechnikai tájékoztató sorozat 17. közleménye. Magyar Katonai Szemle 6. füzet, Budapest, 1932. 123–134.

- KOBILICZ Lajos: A dynamit. Ludovica Akadémia Közlönye, 466–473.
- LUKÁCS LÁSZLÓ: Chapters for the history of the military use of gunpowder in Hungary (Fejezetek a lőpor katonai felhasználásának történetéből Magyarországon), előadás az ICOHTEC '96, 23. Nemzetközi Technikatörténeti Konferencia, „A puskapor története” szekciójában, Budapest, 1996. augusztus 7–11. Abstract of Papers of 23rd Symposium of the International Committee for the History of Technology, 89.
- MARÓTHY Géza: A trotil. Magyar Katonai Szemle 1943. 7. szám, 142–151.
- MARÓTHY Géza: Nitropenta és hexogén. Magyar Katonai Szemle 1943. 10. szám, 162–171.
- MARÓTHY Géza szakmai életútja
https://www.ch.bme.hu/document/1022/original/2000_Vitez_Marothy_gyd.pdf
(2018. 12. 06.)
- MÜLLER Hugó: Az újabb robbanó anyagok. Ludovica Akadémia Közlönye, 1888. VI–VII. szám, 556–564.
- SCHEICH László: A lőpornak gyártása, Ludovica Akadémia Közlönye, 1888. X. szám, 772–782.
- SZALBER Lajos: Robbanóanyagok detonációjának sebességmérése, Műszaki Szemle 1927. 12. szám, 583–588.
- TURCSÁNYI Gyula: Az osztrák-magyar hadianyagipar fegyver- és lőszer-teljesítménye a világháború alatt. Műszaki Szemle, 1925. 1. szám, 4–19.
- VÖRÖS László: A robbanóanyagok történeti fejlődése. Műszaki Szemle, 1929. 6–8. szám, Budapest
- VÖRÖS László: A robbanóanyag-ellátás problémája a háború alatt és után. Műszaki Szemle, 1930. 9. szám, Budapest
- VÖRÖS László: A robbanóanyagok történeti fejlődése, Műszaki Szemle 1929. 6–8. szám, 285–290.
- VÖRÖS László: A robbanóanyag-ellátás problémája a háború alatt és után, Műszaki Szemle 1930. 9. szám. 382–387.
- WAGNER Béla: A lőpor fejlődés-története. Ludovica Akadémia Közlönye, 1892. VI–VII. szám, Budapest
- Új robbantó szer. Ludovica Akadémia Közlönye, 1879. III. szám, 238–239.

Ty.: A trinitrotoluol szétbomlása napsugarak behatására, Műszaki Szemle 1925. 1. szám. 79.

Ty.: A trinitrotoluolnak napfény hatására való szétbomlásáról, Műszaki Szemle 1925. 5. szám. 226.

Ty.: Néhány szó a robbanószerek gyűjtéséről; Lazító robbantások; Megfigyelések trotylos és amatolos lövedékek leszerelésénél. Műszaki Szemle 1926. 3. szám, 170–171.

Ty.: A szász úrlövés, mint új, előnyös robbantási mód; Robbantógyutacsok és iniciátorok; 350.000 tonna érc egy robbantással. Műszaki Szemle 1926. 4. szám, 223–225.

Ty.: Új robbanószer gránátok töltésére, Műszaki Szemle 1929. 2. szám, 81–83.

Ty.: Robbantás folyékony szénsavval, Műszaki Szemle 1930. 2. szám, 76–77.

Ty.: A zselatindynamit robbanóképességéről és detonációsebességéről, Műszaki Szemle 1930. 5-6. szám, 224–226.

Ty.: Új általános robbanószer, Műszaki Szemle 1930. 11. szám. 500–501.

Ty.: Nitrokeményítő, Műszaki Szemle 1930. 12. szám. 545–547.

Ty.: Új általános robbanószer, Műszaki Szemle 1930. 12. szám. 500–501.