

Lukács László¹

BOMBAFENYEGETÉS – ROBBANTÓSZEREK A HONI KATONAI ROBBANTÁSTECHNIKÁBAN²

Robbanóanyagok iniciálása: a gyújtási lánc. A robbantószerkezetek – időzített gyújtószinórok és robbanószinórok, továbbá az elektromos és nem elektromos gyutacsok – történeti fejlődése. Az egyes robbantószerkezetek alkalmazása a honi katonai robbantástechnikában.

BOMB ATTACKS – HISTORY OF DEMOLITION ACCESSORIES

Priming of explosive: the explosive train. Historical development of demolition accessories (e.g.: time delay blasting fuses, detonating cords, blasting caps, NONEL system). Application of the demolition accessories in the military and in the civilian practice.

A robbantásos cselekmények kapcsán a híradásokban különböző fajta robbanóanyagokból készített, különböző nagyságú töltetek felhasználásáról olvashatunk. Kevésbé tudatosul az a tény, hogy a cselekmény szempontjából legalább akkora, ha nem nagyobb jelentősége van a robbanást kiváltó, ún. iniciáló rendszernek, melynek legfontosabb eleme a gyutacs. A 2012-es Repüléstudományi Konferencián tartott előadásomban³ bemutattam a robbanóanyagokat és történelmi fejlődésüket. Egy ugyanezen a konferencián elhangzott másik előadás, átfogó betekintést nyújtott az öngyilkos merénylők által alkalmazott robbanószerkezetekről⁴. Az IED⁵-k főbb jellemzőiről olvashatunk tanulmányokat pl. a Műszaki Katonai Közlöny egyes számaiban is⁶. Most a robbanóanyagok iniciálásához (indításához) szükséges robbantóanyagokkal, fajtáikkal, jellemzőikkel, történeti fejlődésükkel foglalkozunk. Ez utóbbival kapcsolatban, a honi katonai robbantástechnikában végbement fejlődés mutatjuk be részletesen, ennél bővebb kifejtésre egy cikk terjedelme nem elégséges.

A dolgozatban a magyarországi ipari robbantástechnikában elfogadott terminológiát alapul véve **robbantóanyag fogalma** alatt a **robbanóanyagokat** és a robbantószerkezeteket összefoglalóan értjük. Ezen belül **robbantószer** a töltet közvetlen iniciálására szolgáló anyag, vagy szerkezet⁷. Teszem ezt azért, mert mint azt látni fogjuk, a katonai szakterminológiában az egyes korok szerint jelentős

1 prof. dr; egyetemi tanár, NKE, HHK, lukacs.laszlo@uni-nke.hu

2 Lektorálta dr. Kovács Zoltán okl. mk. alezredes, egyetemi docens, NKE, HHK, kovacs.zoltan@uni-nke.hu

3 Lukács László: Bombafenyegetés – A robbanóanyagok története - Repüléstudományi Közlemények Konferencia Különszám, 2012. 2. szám, pp. 409-430.

4 Daruka Norbert: Terroristák és taktikák, avagy védekezz ha tudsz - Repüléstudományi Közlemények Konferencia Különszám, 2012. 2. szám, pp. 33-41.

5 Improvised Explosive Device – improvizált (házi készítésű) robbanószerkezet

6 Dr. Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai – Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. 2. szám, 2012. pp. 37-52.; Daruka Norbert: Bűnös célú robbanószerkezetek alkalmazásának és hatástalanításának sajátosságai – Műszaki Katonai Közlöny XXII. Évf. TÁMOP Különszám, 2012. pp. 26-34.

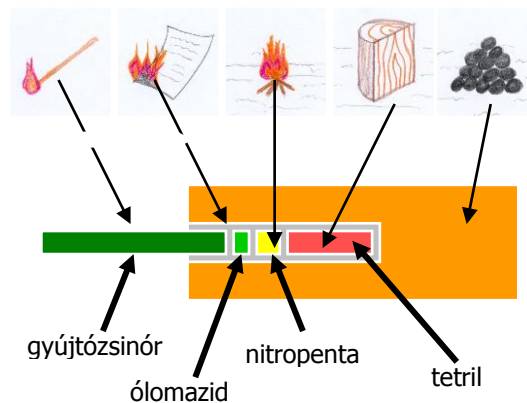
7 Robbantástechnikai terminológia – A robbantástechnika időszerű kérdései 5. sz. füzet OMBKE Robbantástechnikai szakbizottság kiadványa, Budapest, 1980.

eltérés található a megnevezésekben⁸. Részletesen foglalkozunk a töltetek iniciálásának alapjaival, a robbantó- és villamos gyutacsok kialakulásával, az időzített gyújtószinórok és robbanószinórok fejlődésével, valamint a NONEL gyújtási rendszerrel. A tárgyalt részekenél bemutatjuk a magyar honvédségnél⁹ rendszeresített robbantószerkezet, viszont – terjedelmi okokból – csak a téma szempontjából indokolt mértékig foglalkozunk az olyan egyéb segédeszközökkel, mint pl. az elektromos kábelek, villamos gyújtógépek stb.

A TÖLTETEK INICIÁLÁSÁNAK ALAPJAI

A ma alkalmazott ipari és katonai (szekunder) robbanóanyagok stabil képződmények, melyek detonációjának előidézéséhez meghatározott nagyságú kezdő, azaz iniciáló impulzus szükséges. A primer robbanóanyagokat nem tekintve a feketelőpor az egyedüli olyan robbanóanyag, mely valóban láng hatására közvetlenül felrobbantható.

A brizáns (szekunder) robbanóanyagok detonációja (pont a megfelelő kezelésbiztonság miatt) hőimpulzussal nem hozható létre. Mechanikai behatásokkal (ütés, dörzsölés) szembeni érzékenységük szintén nem jellemző. Detonációjának kiváltásához (az önfenntartó kémiai átalakulás elindításához) kellő erősségű lökéshullámra van szükség. Vagyis, ahogy a kályhában a szén sem gyújtható meg egy szál gyufával, úgy a mai kor biztonsági követelményeinek megfelelő robbanóanyagok sem robbanthatók fel az említett „szúrólánggal”. Ehhez, egy úgynevezett gyújtási láncot kell létrehozni, melyben egy kis, rendszerint hőenergiával elindított impulzus kerül több közvetítő anyag által addig fokozásra, míg a szekunder robbanóanyag (mint főtöltet) stabil detonációját nem lesz képes kiváltani (lásd az 1. számú ábrát). Ezt a folyamatot nevezzük másként a töltetek iniciálásának.



1. ábra Gyújtási lánc egy változata

A töltetek iniciálásának legelterjedtebb módozatai:

- a tűzzel való gyújtás;
- a villamos gyújtás;
- a mechanikai gyújtás;
- a vegyi gyújtás.

⁸ A cikkben az idézett részekenél, az adott korban érvényes helyesírási szabályok szerinti megnevezések találhatók

⁹ A dolgozatban „magyar honvédség” alatt értem azt a mindenkori, központilag szervezett fegyveres erőt (függetlenül annak éppen aktuális megnevezésétől), melynek feladata az ország védelme volt.



A tűzzel való gyújtás – első hallásra – meglepő lehet, hiszen pont az előbb tisztáztuk, hogy a robbanóanyagok (a feketelőpor és a külön e célra gyártott iniciáló robbanóanyagok kivételével) nem robbanthatóak fel sem egyszerű, sem ún. szúróláng hatására. A gyújtási láncban mindenképpen a gyutacs szekunder töltetének detonációja szükséges a töltet (vagy a főtöltetet robbantó detonátor, booster stb.) felrobbantásához. A tűzzel való gyújtásnál a gyutacsban lévő primer robbanóanyag indítása történik szúrólánggal, melyet az időzített gyújtózsín segítségével juttatunk el rendeltetési helyére.

A villamos gyújtásnál ugyancsak „tűzzel” gyújtunk. A különbség annyi, hogy ebben az esetben egy kis ellenállás (az ún. izzószál) hevül fel az áram hatására, és ez lobbantja be az őt körülvevő gyúelegyet (pirotechnikai keveréket), mely indítja a gyutacs primer töltetét. A folyamat ezt követően megegyezik a fent ismertetettel.

A mechanikus gyújtásnál egy ütőszeg csap rá egy csappantyúra, mely ütésre érzékeny primer robbanóanyagot tartalmaz (akárcsak a lőszer kilövésekor a hüvelytalpon található csappantyúnál). Ennek robbanása fogja a mögötte lévő gyutacsot indítani.

A vegyi gyújtásnak sokféle módzata ismert. Általában mechanikus úton összetört ampullákból kifolyó és összekeveredő vegyszerekből alakul ki egy gyújtóelegy, melynek öngyulladás után következik be a gyutacs robbanása.

Összességében tehát azt láthatjuk, hogy tulajdonképpen a gyújtási láncból elengedhetetlen gyutacs robbantása láng (az esetek döntő többségében szúróláng) hatására következik be minden gyújtási módozatnál. Eltérés csak e láng „csiholási” módjában tapasztalható.

ROBBANTÓ (UTÁSZ) GYUTACSON

Robbantó gyutacsok kialakulása, fejlődésük

A XIX. század közepéig úgy a katonai, mint az ipari gyakorlatban a feketelőport alkalmazták kizárólagos robbanóanyagként. Mivel ez az anyag láng (szikra) hatására közvetlenül felrobbantható, így nem volt szükség az előző részben említett bonyolult „gyújtási lánc”, illetve annak elemeinek létrehozására. A nitroglicerint 1846-os felfedezése forradalmi változásokat hozott a robbantástechnikában. Az új robbanóanyag hatalmas romboló erejével, eddig megoldhatatlannak tűnő építési feladatok elvégzését tette lehetővé (gondoljunk csak az Alpokban folyó útépitésekre, vagy a Dunán, a Vaskapun keresztül történő hajózást biztosító robbantási munkákra).

A nitroglicerint ipari méretű alkalmazásában nagy jelentőségű volt, mikor többéves kísérletezés eredményeként 1846-ban Alfred Nobel bevezette az első fémhüvelyes, durranóhigany töltetű gyutacsot (felváltva a korábbi feketelőpor töltetű detonátorokat), a nitroglicerint töltetek iniciálására. Mivel az akkor már ismert fekete lőporos (Bickford-féle) gyújtózsín helyett továbbra sem talált más eszközt, mellyel a pontosan időzíthető robbantást el lehetett volna végezni, olyan robbanóanyagokkal kezdett kísérletezni, melyek lángérzékenysége biztosítja a gyújtózsín által történő robbantást, ugyanakkor a detonációja által előidézett energia elég nagy a nitroglicerint töltet tökéletes robbantásához. Nobel a durranóhiganyban vélte felfedezni a megfelelő tulajdonságokat, melyet felül nyitott rézhüvelybe sajtolt, megalkotva ez által az első gyutacsot. A rézre nem esztétikai megfontolások, hanem a durranóhigany azon „kellemetlen tulajdonsága” miatt volt szükség, hogy más fémekkel érintkezve (főleg ha

még nedvességet is kap) cserebomlásba megy és elveszíti érzékenységét.

Mikor 1867-ben Alfred Nobel elkészítette az első kezelésbiztos, ugyanakkor mégis nagyhatóerejű robbanóanyagot, a gurdinamitot, új problémával szembesült: az új anyag annyira „biztonságos” volt, hogy a nitroglicerinnél addig alkalmazott és jól bevált gyutaccsal nem lehetett iniciálni.

Nobel tehát újból munkához látott, és még abban az évben egy teljes gyutacssorozatot készített 1-től 10-ig terjedő erősséggel. Ezekben a gyutacsokban eltérő tömegű durranóhigany töltetet alkalmazott: a legkisebb mennyiség 0.3 g, a legnagyobb 3.0 g volt. A sorozat 8. tagja, mely 2.0 g töltetet tartalmazott, már elégségesnek bizonyult a dinamit töltet iniciálásához is. A mai napig az ennek megfelelő robbanó erejű gyutacsokat alkalmazzák a legelterjedtebben a világon¹⁰, az ún. gyutacsérzékeny robbanóanyagok indításához.

A gyutacs száma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Durranóhigany súlya g-ban	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0

1. táblázat A Nobel-féle gyutacssorozat¹¹

Később ezektől az ún. egységes töltésű gyutacsoktól már eltértek, mert azt tapasztalták, hogy még jobb indító hatás (és nem utolsó sorban olcsóbb előállíthatóság) érhető el az által, ha a lángérzékeny primer robbanóanyag (a durranóhigany) mennyiségét lecsökkentve, a gyutacs alsó részébe szekunder robbanóanyagot (először pikrinsavat, majd később tetrilt, nitropentát stb.) préselnek. Így a primer robbanóanyag indította a gyutacs szekunder töltetét, ez pedig, robbantotta a főtöltetet (a mai korszerű gyutacsoknál e két elem közé még egy ún. közvetítő töltet is beépítésre kerül). Nem elhanyagolható az a szempont sem, hogy a gyutacs sokkal biztonságosabbá is vált a kezelők szempontjából, a mechanikai hatásokra is nagyon érzékeny primer robbanóanyag mennyiségének csökkentése által.

A fejlődés következő állomásaként a gyutacshüvely fenekén egy kúpos bemélyedést is kialakítottak azzal a céllal, hogy az irányított robbantás révén (kumulatív hatás) a robbanásnál felszabaduló energiát koncentrálják, ezáltal tovább növelve a hatékonyságot.

A ma alkalmazott legtöbb gyutacs alumínium hüvelyben kerül forgalomba (úgy a katonai, mint az ipari gyakorlatban), melynek fő oka a durranóhigany két hátrányos tulajdonságában rejlik: egyrészt az ún. túlsajtolás hátrányosan befolyásolja indító hatását, másrészt nedves állapotban érzékenysége nagymértékben csökken, azt akár el is veszítheti. A gyutacsok ipari gyártása viszont így nehezen gépesíthető, illetve egy gyutacsnál nem lehet kizárni a nedves környezetben való felhasználást sem. Ezért – főleg az ilyen irányú haditechnikai igények miatt – újabb primer robbanóanyagokkal kezdtek kísérletezni a durranóhigany kiváltására, és 1893-ban Curtius javaslatára Hill és Lenze kipróbálta az ezüst-, az ólom- és a higany-azidot is. Végül is az ólomazid bizonyult a legalkalmasabbnak, mivel ütésre, hőmérsékletre, túlsajtolásra és nedvességre érzéketlenebb elődjénél, ráadásul a

¹⁰ Minden 8-as erősségű gyutacs robbanási energiájának, egyenértékűnek kell lennie 2 g durranóhigany robbanási energiájával, függetlenül a benne alkalmazott robbanóanyagoktól

¹¹ E-34 (Műsz. okt. műsz.): Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I. rész, M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928. 41. pont, 61. oldal alapján

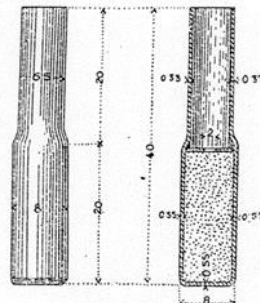
2.0 g durranóhigany robbanási erősségének eléréséhez (8-as erősségű gyutacs) sokkal kisebb mennyiség szükséges belőle. Egyetlen negatív tulajdonsága az volt, hogy a rézzel reakcióba lép és igen érzékeny réz-azid keletkezik, mely annak idején sok balesetet okozott. Az alumíniummal viszont semlegesen viselkedik, ezért lehet ma leggyakrabban ilyen hüvelyű gyutacsokkal találkozni (egyedül a sújtólég és szénporrobbanás veszélyes bányákban használnak durranóhigany töltetű rézhüvelyes gyutacsokat, mivel itt viszont az alumínium nem megengedett).

Robbantó gyutacsok a magyar honvédségnél

Az 1899-es Vezérfonal szerint „az ékrazittöltet biztosan csakis az eldurranó robbanógyutacs okozta heves ütéstől sül el”... „A gyújtásnak ezt a nemét durranó-gyújtásnak nevezzük.”¹² A rendszeresített robbantószer a „2 gm.-os robbanó-gyutacs” volt¹³. A robbantó töltetek gyorsabb előkészítésére „a lovas utászszakaszok felszerelésében gyújtásra a 2 gm.-os robbanó-gyutacsokkal ellátott robbanószelence-időzítőgyújtók” voltak rendszeresítve. A rövid időzítőgyújtó 1 m-es, a hosszú pedig 2 m-es időzített gyújtózsínórral volt szerelve („angol szalag-gyúzsineg”¹⁴). „A rövid időzítőgyújtó égéstartama 100 egész 150 másodperc, a hosszúé 200 egész és 300 másodperc” volt.¹⁵

Az 1902-es E-23. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utászi számára, valamint az 1915-ös E-39,b. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság számára című szolgálati könyvek szintén a fenti robbantószerkeket mutatják be. Egyedüli változás az 1915-ös szabályzatban az, hogy a rövid „robbantószelence időzítőgyújtó”-nál 1,5–2,5, míg a hosszúnál 3,5–5 perc égésidőt állapít meg.¹⁶

Az 1929-ben kiadott E-34. Műszaki oktatás c. szabályzat szintén a 2 g-os, durranóhiganyos (vörösréz hüvelyes) robbantó gyutacsot jelöli, mint katonai rendszeresített robbantószer. Különlegességük volt, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható gyutacsoktól eltérően, az iniciáló robbanóanyag kiszóródását megakadályozandó, a gyutacs hüvelybe egy „átlyukasztott zárólemez” került.



ROBBANTÓ GYUTACS
(Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára – Robbantások – 1928)
2 g durranóhiganyal töltött vörösréz hüvely

2. ábra 2 g-os robbantó gyutacs¹⁷

¹² 186. oldal

¹³ Töltete durranóhigany

¹⁴ Bickford-féle biztonsági gyújtó (időzített gyújtózsínór)

¹⁵ 188. oldal

¹⁶ 5. oldal

¹⁷ E-34 (Műsz. okt. műsz.): Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I. rész, M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928. 39. pont. 9. ábra, 60 oldal alapján

A Műszaki oktatás a 41. pontban bemutatja a kereskedelembe előforduló teljes gyutacsorozatot (1–10) is, figyelmeztetve a „zárólemez” hiányára, ezáltal „fokozott elővigyázatosság”-ra intve a velük történő munkavégzésnél. Érdekesség, hogy a 42-es pontban egy egyszerű tesztet is bemutat a gyutacs „hevességének és használhatóságának” ellenőrzésére. Egy 8 mm-es ólomlemezre állított gyutacsnak át kell ütnie úgy, hogy „azon a világosság átszűrődjék”, és a gyutacs hüvelyből keletkező repeszek „okozta nyomok lehetőleg sugár irányúak, sűrűek és egyenletesek legyenek”. Megjelenik a szabályzatban az alumínium hüvelyes „ólomacid gyutacs” is, mely kezelésbiztosabb a „durranóhigany gyutacsnál”, a nedvességgel és az ütéssel szemben is érzéketlenebb.¹⁸

A gyutacsot „kettős angol gyújtózsínórral – Bickford zsinór” indítja, vagy pedig mechanikus gyújtást alkalmazva, a „13-as mint. gyújtókészülék”-kel¹⁹, vagy a „04-es mint. gyújtókészülék”-kel²⁰. Ezek a gyújtók, a mai MUV-gyújtóhoz hasonló módon, egy rugó ellenében megfeszített ütőszeg felszabadítása után (zárószeg kihúzása) az aljukon lévő gyújtóhüvelyben lévő „gyúelegy”-et robbantották fel, mely iniciálta a vele összeszerelt robbantógyutacsot.

A 88.533/el. 7/m.-1942 körrendelettel (1942. 06. 27.) került a 42. M. utász gyutacs rendszeresítése, mely „az eddig gyártottaktól abban különbözik, hogy a gyutacs fenekén bemélyedés van”.²¹

Az 1950-es Robbantási segédlet háromféle katonai 8. számú gyutacsot mutat be:

- 8. sz. Azidotenes (0,15 g TNRSZ²², 0,2 g ólomazid, 1,0 g ten²³) alumínium hüvelyben;
- 8. sz. Azidotetrites (0,15 g TNRSZ, 0,2 g ólomazid, 1,0 g tetrit) alumínium hüvelyben;
- 8. sz. Durranóhigany tetrites (0,5 g durranóhigany, 1,0 g tetrit) réz hüvelyben.²⁴

Mindegyik gyutacs belsejében a robbanóanyag töltetet fémcsészével borították, amelyben selyemszitával elzárt nyílás volt. A gyutacs hatásfokának növelése céljából a fémhüvely fenekén bemélyedést alakítottak ki. A gyutacsot indíthatták időzített gyújtózsínórral, de a Segédlet tárgyalja a mechanikus gyújtást is. Ebben az esetben egy-, vagy kétszaváros robbantógyutacsot alkalmaz, MUV-gyújtókészülékkel²⁵ szerelve.

A szintén 1950-es kiadású E-mű.1. Ideiglenes robbantási utasítás már csak kétféle 8-as számú gyutacsot mutat be, a Segédletben „Azidotetrites” és „Durranóhigany tetrites” névvel jelöltek. Indításukat időzített gyújtózsínórral végzi, a mechanikus gyújtást, mint gyújtási módot megemlíti, de a 102-es pontban mindjárt rögzíti is, hogy ezek „eszközeit külön utasítások és segédletek tartalmazzák”.²⁶

A Mű/2. Robbantási utasítás (1965) és a Mű/213. Robbantási utasítás (1971), szinte egyformán tárgyalja az utászgyutacsokat. Alapvetően az alumíniumhüvelyes TAT-8 kerül bemutatásra. A

¹⁸ 43. pont, 44. oldal

¹⁹ Ez a típus víz alatt is alkalmazható volt!

²⁰ 61-64. pontok, 78-81. oldalak

²¹ Honvédelmi Közlöny 1942. 29. szám, 323. oldal

²² tricínát

²³ nitropenta, PETN

²⁴ 15. oldal, 2. táblázat alapján

²⁵ A Segédlet még csak elsütő készüléknek hívja, azonban a rajz alapján (32. oldal, 11. ábra) pontosan felismerhető a MUV-gyújtószervezet, melyet a Szovjetunióban, az 1935-ben rendszeresített TM-35 harcokocsiakna gyújtójaként már alkalmaztak, majd a Szovjet - finn háborúban megjelent POMZ repeszakna gyújtójaként terjedt el a világ számos országában.

²⁶ 118. oldal



Mű/2 szerint, 0,1 g TNRSZ, 0,2 g ólomazid és 1,02 g tetril alkotta a töltetét, de mindkét utasítás a szöveges részben azt írja, hogy a főtöltete (szekunder töltet) egyaránt lehet ten, tetril, vagy hexogén²⁷. Ugyancsak egyformán írnak rézhüvelyes utászgyutacsról is, mely a Mű/2. szerint 8-M számmal volt jelezve, és 0,5 g durranóhiganyt tartalmazott az 1,02 g tetril főtöltet mellett.

Megjegyzendő, hogy katonai pályafutásom során a rézhüvelyes utászgyutaccsal nem találkoztam. A másik érdekesség: katonai, hosszú felhasználási idejű robbantószerként, a TAT-8 igazából 10-es erősségű gyutacs volt. Ezáltal érték el a gyártók, hogy az ipari gyutacsok sokkal rövidebb idejű felhasználhatóságával szemben, ez a gyutacs több mint egy évtized elteltével is garantáltan képes legyen biztosítani a 8-as erősségű gyutacs robbanásakor leadandó energia mennyiséget. A gyutacs kialakítása egyébként megegyezett a Segédletnél bemutatottal, vagyis a töltetet fém csésze és selyem szita védte, a gyutacs alján pedig hatásmenővelő (kumulatív) kúp került kialakításra.

A Mű/213-as Utasítás 3. mellékletében, a „népgazdaságban használt robbantószerkezetek között bemutatja az RG-6 és RG-8²⁸ jelzésű robbantógyutacsokat.

A 36/1986. (HK. 23.) MN MÜF intézkedéssel, a Mű/213. Utasítás 3. sz. kiegészítéseként került rendszeresítésre a ZTP szerelt gyutacs. A gyutacs három időzítési fokozattal (ZTP-50, -150 és -300) került legyártásra, ahol a számok a gyújtózsínór égési idejét jelölték normál körülmények között, másodpercekben. Alkalmassak voltak víz alatti robbantásra is, ekkor az égési idő 40–100–300 másodpercre csökkent. Mechanikus (csappantyús) és dörzsgyújtóval készültek. A dörzsgyújtós változat volt a legelterjedtebb, a ZTP-50 és – 150 általában ilyen indítású volt. A mechanikus gyújtó a MUV-gyújtó elvén működött, 5 m vízmélységig volt alkalmazható.

Tekintve, hogy a rendszerváltást követően, a TAT-8 garancia idejének lejártával újabb tétel megvételére nem került sor, a műszakiaknak 1999-ben meg kellett válniuk ettől az egyébként nagyon biztonságos és jól működő gyutacstól. A beszerzés eredményeként az ipari robbantástechnikában már régóta használt RG-8 (robbantó gyutacs) gyutacs került rendszeresítésre RG utászgyutacs néven a Magyar Honvédségnél²⁹. A gyutacsot, a 37/2000. (HK 8.) SZVK MÜV rendelkezéssel vezették be, mely a Mű/213. 4. számú kiegészítéseként került kiadásra. A melléklet szerint a legjellemzőbb eltérések a TAT-8 és az RG utászgyutacs között:

- a hüvely talprészén nem található kumulatív bemélyedés;
- a préselt robbanóanyag felett nincs lezáró selyemszita;
- a gyutacs hüvely keményebb (Al-Mn ötvözet), ezáltal nagyobb erővel rögzíthető a gyújtózsínóra;
- a robbanóanyag töltet összetevő más (főtöltet 0,7 g nitropenta, indítótöltet 0,2 g ólomazid/ólomszifnát 80/20% arányban).

Még egy fontos adat: az RG-8 gyutacs jóállása eredeti, légmentes csomagolásban, a gyártástól számított két év! Szavatosság a gyártástól számított öt év, majd ötévenként végzett bevizsgálásokkal újabb 3x5 év.

²⁷ A Mű/213 már nem részletezi a robbanóanyagok mennyiségét.

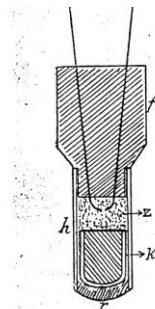
²⁸ 6-os és 8-as erősségű robbantó gyutacs (ipari)

²⁹ A 210/2000. (HK 15.) SZVK MÜF rendelkezéssel

A villamos gyutacsok kialakulása

A töltetek villamos energia alkalmazásával való felrobbantása meglepően hosszú múltra tekint vissza. Arday szerint 1802–1805 között, Josefstadtnban a „műszaki csapatok akna-osztályai” nagyszabású robbantási gyakorlatok során „használták legelőször a dörzsölő elektromosság által előidézhető akna gyújtást, illetve robbantást. 1804-ben Chastel báró őrnagy Konovitz-ban (Ausztria) számos aknát dörzsölő elektromosság által gyújtott fel és pedig oly módon, hogy a vezető drótokat a folyón át vezetve fektették le.”³⁰ Ugyancsak ez a forrás említi, hogy „a bányászatban az elektromos gyújtást csak 1823-tól kezdve alkalmazták a robbantási munkálatoknál, 1831-ben pedig a Bickford-féle biztonsági gyújtózsínort”. 1855-ben Ebner báró cs. kir. alezredes „dörzsölő elektromos tábori gyújtókészüléket” készített katona célra. 1853-ban Verdu spanyol műszaki ezredes használt először indukciós gyújtógépet (Rhumkorff-féle induktort) aknák³¹ gyújtására.³²

A villamos gyújtás fejlődésének újabb lökést adott, hogy a robbantástechnika növekvő ipari és katonai alkalmazása következtében, a XIX. század végére már nem volt elégséges az egyes töltetek vagy néhány töltet egyidejű felrobbantása. Szorító szükségszerűséggé vált, hogy akár több tíz töltetet is nagy biztonsággal fel lehessen robbantani „egy tűzben”. A megoldás elvben nagyon egyszerű volt: a már meglévő gyutacsok első tagja (primer töltete) lángérzékeny robbanóanyag; mi lenne, ha ezt a „lángot” nem a fekete lőporos gyújtózsínorral, hanem például, elektromos szikrával idéznénk elő? A gondolatot tett követte, és kialakításra kerültek az első ún. szikragyújtós villamos gyutacsok, melyeknél az áramot rézdróton vezették be az áramforrásból a gyutacshüvelybe úgy, hogy a drótot a robbanóanyag fölött megszakították. Az áram hatására a drótszál két pólusa között szikra képződött, mely kiváltotta a robbantást (ezeket a gyutacsokat hívták még megszakított, vagy térközös gyújtóknak is).



VILLAMOS SZIKRAGYÚJTÓ

(Schaffer: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve – 1903)

a gyújtószál sárga- vagy vörösréz; a pólusok egymástól való távolsága 0.5 - 1.0 mm; f - gyújtó fej; z - gyújtóanyag; h - védő hüvely (papír vagy fém); k - durranó kénes kupak; r - kén vagy gyanta, ragasztóként

3. ábra Villamos szikragyújtó³³

³⁰ Arday Géza m. kir. honvédszázados: A lőpor és robbanó anyagok technológiája és történeti fejlődése, Szent Erzsébet Nyomda Részvénytársaság, Kassa, 1910. 415. oldal

³¹ Földalatti aknában elhelyezett töltetek értendők alatta

³² Uo. 416. oldal

³³ Schaffer Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve, Pallas Rt., Budapest, 1903. 87. oldal, 31. ábra

A fejlődés újabb állomása az izzószálas gyutacsok kifejlesztése volt (régiben izzódrót-gyújtó). Itt a gyutacsba bevezetett két elektromos vezeték egy primer robbanóanyag fölött egy vékony izzószállal kötötték össze, melyet pirotechnikai eleggyel (az ún. gyúelegy) vettek körül. Áram hatására ez a szál (tulajdonképpen ellenállásként viselkedve) felizzott, meggyújtva a pirotechnikai elegyet, mely ez által előidézte a lángérzékeny primer töltet robbanását. A mai villamos gyutacsok is ezen az elven működnek, eltérés csak az izzószál anyagában van, mely révén viszont a gyutacs technikai paraméterei alakíthatók az igények szerint.



ROBERTS-FÉLE IZZÓDRÓT-GYÚJTÓ

(Schaffer: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve – 1903)

8 cm hosszú, 2 cm átmérőjű, puskaporral megtöltött és két végén parafadugóval lezárt cinn-cső (R); a két rézvezeték egymástól 1 cm-re, vékony vasdróttal lett összekötve (D)

4. ábra Roberts-féle izzódrót gyújtó³⁴

A késleltetett hatású, valamint az eltérő impulzus érzékenységű villamos gyutacsok

A II. világháború befejezése utáni gazdasági fellendülés során került előtérbe az ipari robbantástechnikában, a töltetek késleltetésének lehetősége. Azt tapasztalták ugyanis, hogy ha pl. egy külszíni bányában nem egy tűzben robbantották fel a tölteteket, hanem egymáshoz viszonyítva bizonyos időeltolással, akkor csökkent a felhasználandó robbanóanyag mennyisége, javult a kőzet aprítása és csökkent a káros környezeti hatás is (rezgés, repesz, léglökés stb.). Hasonló előnyös tulajdonságokat tapasztaltak az épületek robbantásos bontása során is. Így tehát fellendült a késleltetett hatású villamos gyutacsok fejlesztése és gyártása.

A késleltetést pirotechnikai késleltető elegynek a gyújtófej és a primer robbanóanyag töltet közé történő beépítésével valósítják meg. Ennek a késleltető elegynek a tulajdonságaitól függően lehet rövid és hosszúkésleltetésű gyutacsokat kialakítani. A rövid késleltetésű gyutacsoknál a gyutacsoszorozat tagjai között néhány vagy néhány tíz, a hosszú késleltetésűeknél pedig néhány száz millisecundum (ms) a késleltetési idő. Az ún. pillanathatású villamos gyutacsok esetén – azokat egy tűzben robbantva – is van bizonyos szórás, mely azonban nem haladhatja meg az elektromos energia közlésétől számított 18 ms-ot.

A villamos gyutacsok elektromos impulzus hatására robbannak fel. A hagyományos, ún. normál

³⁴ Uo. 89. oldal, 37. ábra

érzékenységgű vagy **nl gyutacsok** esetén ez azt jelenti, hogy 0,8 mJ/ohm impulzusra nem, 3,2 mJ/ohmra viszont fel kell robbanniuk. Ez az érték tökéletesen megfelel, pl. egy olyan külszíni bányaiban, ahol közel és távol semmilyen elektromos hatás (magasfeszültségű távvezeték, nagyteljesítményű adóállomás, villamos erőmű stb.) nincs. Robbantani viszont nem csak ilyen környezetben kell, sőt az urbanizáció terjedésével egyre kevesebb esetben biztosítottak a villamos robbantáshoz az ilyen szempontból kedvező feltételek. Ezért kerültek kifejlesztésre az érzéketlen, **én villamos gyutacsok**, melyek indításához legalább 16 mJ/ohm elektromos energia szükséges³⁵. Egyedüli hátányuk, hogy a hagyományos robbantógépek energiája egy ilyen hálózat számára már nem elégséges, vagyis az ezen gyutacsokkal végzendő munkához megfelelő teljesítményű „villamos erőforrás” beszerzése is szükséges.

A villamos gyújtás területén tapasztalható legújabb eredmények

A környezetvédelem egyre szigorúbb feltételeinek, illetve egyes nagy pontosságú robbantási munkák igényeinek már nem mindig felelnek meg a hagyományos késleltetett villamos gyutacsok, az egy késleltetési fokozaton belül tapasztalható esetenkénti és viszonylagosan nagy szórás miatt (ennek oka a késleltető pirotechnikai keverék, mely vegyi anyagként reagál bizonyos külső hatásokra, illetve az idő múlásával, vegyi bomlás révén változnak tulajdonságai). Ennek kiküszöbölésére már léteznek ún. elektronikus gyutacsok [4], melyeknél a késleltetést egy kis elektronikus alkatrész végzi el nagyon nagy pontossággal (az eltérés max. 1 ms). Széleskörű elterjedésük egyedüli gátja nagyon magas áruk.

Ugyancsak a fenti probléma megoldására konstruálták meg a külső késleltetésű robbantógépeket, melyeknél a pillanathatású gyutacsokból kialakított hálózat egyes ágait maga a gép indítja különböző késleltetéssel, a beállított programnak megfelelően. A késleltetési fokozatokat 1 ms-onként lehet változtatni (!). Problémát itt egyedül az jelent, hogy a leágazások száma korlátozott, egy mai nagy, környezetkímélő robbantásnál viszont esetenként több száz késleltetési fokozat felhasználásának igénye jelentkezik.

A harmadik nagy változást a feltétlen biztonságra való törekvés eredményezte. Mint fentebb említettük, a gyutacs legveszélyesebb része még mindig a primer robbanóanyag, mely viszont a lángérzékenysége miatt kihagyhatatlannal tűnt eddig a gyutacsból. Nos, a Nitro Nobel cég előállított olyan 8-as erősségű villamos gyutacsot (az ún. NPED gyutacs³⁶), melyben nincs primer robbanóanyag³⁷! Az eredmény a hagyományos gyutaccsal összehasonlítva fantasztikus: a dominó ötös alakjában elrendezve öt hagyományos gyutacsot, és a középsőt felrobbantva, a négy szélső gyutacs is felrobbant 10 cm távolságban. Az új gyutacsnál – hasonló elrendezésben – 2 cm távolságról sem indultak el a szélső gyutacsok. Az ütésérzékenység vizsgálata is hasonló eredményt hozott: az átmerőjének mintegy felére összenyomódott új gyutacs nem robbant fel, szemben a hasonló kísérletnek kitett hagyományos gyutaccsal.

³⁵ A 13/2010. (III.4.) KHEM rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról. I. fejezet, Értelmező rendelkezések, 2. §. 63. pont *szertint*: villamosérzéketlen gyutacs az a villamos gyutacs, amely 5 percig tartó 450 mA erősségű egyenáram hatására nem robban fel;

³⁶ Non Primary Explosive Detonator – primer robbanóanyagot nem tartalmazó gyutacs

³⁷ A gyújtási lánc első, ún. lángérzékeny robbanóanyagaként is a magas hatóerejű, brizáns (szekunder) robbanóanyagot, a nitropentát alkalmazzák, a mechanikai hatásokra nagyon érzékeny, korábbi primer (iniciál) robbanóanyag helyett

A magyar honvédségnél rendszeresített villamos gyutacsok

A fenti történeti áttekintés tükrében meglepő, hogy a magyar honvédségnél csak az 1928-as, E-34-es Műszaki oktatásban találkozunk először a villamos gyújtással. Igaz viszont, hogy ekkor már egy 2,4 ohm ellenállású, platina irídium izzószálas izzógyújtó volt rendszeresítve, egybekötve egy szabvány 2 g-os (erősségű) robbantógyutaccsal. A működése kissé nehézkesnek tűnik, hiszen az izzószál által begyulladt gyúelegy gázai egy hüvelyt hoztak mozgásba, mely biztosította az áramkör zárását „az áramkörbe kapcsolt többi izzógyújtóhoz” és a gázok csak ezután ütötték át a gyutacsot elzáró keménypapír lemezt és váltották ki a tényleges robbanást.³⁸

A gyújtóhálózat készítésénél az E-34. csak a soros hálózatot tárgyalja, számpéldákkal segítve a jobb megértést. A villamos gyújtóvezeték ellenállásának ismeretében az egy időben robbantható izzógyújtók számát egy grafikon segítségével is meg lehetett határozni³⁹. A „Teljes tábori izzógyújtókészülék”-ként rendszeresített készletben 1 db Schaffler típusú „16-os mint. hordozható izzógyújtógép”, 80 darab izzógyújtó, 600 m „vörösréz kábelvezeték”⁴⁰, 200 m egyeres vörösréz kábel, 1 darab vezetékvizsgáló, és 1 darab „legombolyító készülék” volt. Az izzógyújtógép 76 ohm ellenállásig volt használható.

A 89.082/el. 7/m.-1942 körrendelettel rendszeresítik a „42 M. elektromos gyutacsot a 35 M. izzógyújtó és a 42 M. elektromos szerelt gyutacsot a 35 M. szerelt izzógyújtó helyett A 42 M. elektromos gyutacs fejrészén a 4 gyűrűs benyomásával különbözik a 35 M. izzógyújtótól.”⁴¹

A Robbantási segédlet (1950) szerint „a villamos gyutacs villamos izzógyújtóval egybeszerelt gyutacsból áll”⁴². A Segédlet szerint készülhetett gyárilag, de ennek hiányában a csapatok is elkészíthették robbantó gyutacsból és a rendszeresített izzógyújtóból. Az izzógyújtó rézhüvelyes volt, benne platina-irídium izzószállal. A rendszeresített pillanathatású villamos gyutacs ellenállása 1,0–1,5 ohm volt. A nagy szórás miatt, az egy robbantó hálózatba szerelt gyutacsokat kalibrálni kellett. Soros hálózatban 0,1 ohm ellenállás eltérés volt megengedett a gyutacsok között. Egyedülálló, vagy párhuzamosan kapcsolt gyutacsoknál csak a vezetőképesség ellenőrzését írta elő a Segédlet.

Ezen kívül megemlíti még a „késleltető hatású villamos gyutacsokat” is, mint szintén használt robbantószerkezet, 2, 4, 6, 8 és 10 másodperces késleltetéssel⁴³. A hálózat szerelést kétféle egyeres és egy kéteres kábel biztosította. Áramforrásként a nagy és a kis izzógyújtógépet mutatja be. Előbbi 290 ohm, utóbbi 80 ohm összellenállású hálózatot volt képes felrobbantani. Tárgyalja soros, párhuzamos és vegyes villamos gyújtóhálózatot azzal a kitételrel, hogy „a műszaki csapatok felszerelésében lévő villamos izzógyújtógépek csak soros kapcsolású villamos gyutacsok gyújtására alkalmasak”.⁴⁴

Az E-mű.1. Ideiglenes robbantási utasítás (1950) alapvetően a Segédletben leírtakat ismétli, az

³⁸ E-34 (Műsz. okt. műsz.): Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I. rész, M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928. 53-54. pontok, 72-74. oldal

³⁹ Uo. 58. ábra, 115. oldal

⁴⁰ kéteres kábel

⁴¹ Honvédségi Közlöny 1942. 39. szám, 412. oldal

⁴² Segédlet, 46. oldal

⁴³ Érdekes megjegyezni, hogy a Segédletben, később egyetlen helyen történik utalás a késleltetett gyutacsok alkalmazására, mikor fagyott talajban történő árok-robbantáskor, a lazító fűrt lyukak tölteteihez képest 2 másodperc késleltetéssel rendeli a főtöltetek robbantását (164. oldal)

⁴⁴ Segédlet, 69. oldal

alábbi eltérésekkel. Nem tesz már említést késleltetett villamos gyutacsokról, viszont bemutatja a platina-irídium izzószálas katonai gyutacs mellett, a konstantin izzószálas ipari gyutacsot is. A gyutacsok hálózatba szerelés előtti kalibrálási követelményéről nem ír. A korábbi kettő mellett megjelenik a 150 ohm külső ellenállású közepes izzógyújtógép. A hálózatok számítását táblázatok, mintapéldák, grafikonok segítik.

A Mű/2. Robbantási utasítás (1965) az SVG és az SVG-840 típusú, valamint a „korábban gyártott (még forgalomban lévő)”, szintén platina-irídium izzószálas gyutacsokat, továbbá a rézhüvelyes izzógyújtót mutatja be. Ez utóbbit „a csapatoknál kiképzés (oktatás) céljából” hagyták meg.⁴⁵ Újból előírja a kalibrálást. Bevezeti, az azóta is rendszeresített 1-RV-58 egyeres és 2-RV-58 kéteres utáskábelt. Megjelennek a KPM-1, a KPM-2, és az RK-1 kondenzátoros izzógyújtógépek, valamint a PM-1 nagy izzógyújtógép és a kis izzógyújtógép. A gyújtóhálózatok számítását tulajdonképpen a ma is alkalmazott módon tárgyalja. A 3. számú mellékletben bemutatja a „Népgazdaságban használt pillanatnyi és időzített villamosgyutacsok”-at azzal a megjegyzéssel, hogy a késleltetett gyutacsokat főleg „talajok kidobásos robbantásakor, sziklás kőzetek fejtésekor” alkalmazzák.⁴⁶

Az 1971-es Mű/213. Robbantási utasítás főbb vonalaiban a Mű/2. szerint tárgyalja a villamos gyújtást. A villamos gyutacsok közül megmaradt a menet nélküli SVG és az M11x1-es menetes hüvellyel szerelt SVG-840. Az SVG típusú gyutacsokat kalibrálni már nem kell, csak vezetőképességüket ellenőrizni. Megmaradt a korábbi rézhüvelyes izzógyújtó is, de továbbra is csak kiképzési célra. 1976-ban került kiadásra az a kiegészítés az Utasításhoz, mellyel az SVG/M10 villamos gyutacsot vezetik be. Ugyanakkor beszerzésre és több éven keresztül alkalmazásra került szovjet EDP-r villamos gyutacs is, melyet az SVG-vel azonos feltételekkel lehetett felhasználni. Az Utasítás 3. mellékletében a „népgazdaságban használt robbantószerek” között bemutatja az EBG és a VBG típusú villamos gyutacsokat.

A megmaradó KPM-1, RK-1 és a kis robbantógép mellett megjelenik a TR-100-SB tranzistoros izzógyújtógép, majd az 1973-as kiegészítéssel bevezetésre került a ma is alkalmazott RKA gyújtógép.

Az SVG gyutacsok garancia idejének lejártával, tekintve, hogy korábbi hazai gyártója megszűnt, az 569/97/2003/TH. (HK 26.) HM határozattal került rendszeresítésre a BRW (F) típusú villamos gyutacs, a Magyar Honvédségnél. A Schaffler-licenz alapján, a tatabányai Rotech Rt.⁴⁷ által gyártott BRW villamos gyutacs család három tagja közül, az F jelölésű villamos-érzéketlen (én) típus került beszerzésre⁴⁸. A gyutacs alaptöltete (szekunder töltet) 0.7 g nitropenta, míg az iniciáló primer töltet 0,2 g tömegű ólomazid és ólom-sztifnát 80/20%-os arányú elegye. Ha hasonlóságot vélünk felfedezni az RG utáskgyutacs töltetével, az nem a véletlen műve, hiszen ugyanarról az alapgyutacsról van szó, melyet 80/20%-os arányú krómnikkel izzószálas izzógyújtóval szereltek. Talán visszalépésként értékelhetjük azt a tényt, hogy a vízálló SVG-840 típusú gyutaccsal szemben, a BRW-F vízállósága 2 bar víznyomásnál mindössze 3 óra!

Új robbanógépet fejlesztett ki a Magyar Honvédség az ezredfordulóra, TER-6 többcsatornás elektromos robbantógép néven. Alapvetően a kis- és közepes tömegű, irányított hatású repesztöltetek

⁴⁵ Mű/2. 54. oldal

⁴⁶ Mű/2. 395. oldal

⁴⁷ Azóta ez a gyártó üzem is bezárásra került

⁴⁸ Létezett még az A jelölésű normál érzékenységű, és a P jelölésű fokozottan villamos-érzéketlen.

elműködtetésére szolgál, de alkalmazható a kisméretű kumulatív töltetek indítására, illetve – a teljesítményadatainak határain belül – alkalmas bármilyen, villamos gyutacsokból vagy izzógyújtókból és elektromos vezetékekből álló robbantó-, imitációs-, jelző- stb. hálózat működtetésére.

A robbantógép 6 db, egymástól független robbantócsatornával rendelkezik, amelyek alkalmasak a hozzájuk csatlakoztatott villamos hálózatok folytonosságának ellenőrzésére és azok egyenkénti, vagy tetszőleges kombinációjú elműködtetésére. A félvezetős-kondenzátoros robbantógép, a villamos gyutacsok, izzógyújtók elműködtetéséhez szükséges elektromos energiát, a robbantás kiváltásáig akkumulátorban, illetve a feltöltött kondenzátorokban tárolja.

IDŐZÍTETT GYÚJTÓ- ÉS ROBBANÓZSINÓROK

Ebben a fejezetben az időzített gyújtózsínór és a robbanózsínór segítségével végrehajtott robbantás fejlődéséről lesz szó. A sorrend nem önkényes kiválasztás révén került meghatározásra: bármennyire is logikusnak tűnik az az elgondolás, hogy a villamos gyújtás sokkal újabb keletű, mint pl. az időzített gyújtózsínóros. A valóságban már 1823-ban Harris William Snov villamos gyújtógéppel hajtotta végre feketelőpor töltet nagyobb távolságból való indítását; ugyanakkor William Bickford csak 1831-ben találta fel Cornwallban a biztonsági gyújtózsínórt.

A feketelőpor töltetek indításának kezdeti módszerei, az időzített gyújtózsínór kialakulása

Az első lőpor-töltetek robbantása meglehetősen kezdetleges módon történt: a fojtásban, vagy – kisebb átmérőjű töltetüregek esetén – az ún. „fojtó cövekben” nyílást hagytak, és ebbe töltötték a gyújtásra szolgáló puskaport. Ezt a puskaport a régi kalandfilmekben látott módon, vékony csíkban kiszórt, esetleg kis vajatban odavezetett lőporral gyújtották meg.

A fejlődés következő állomása a „csöves gyújtók” megjelenése volt. Ezek kifűrt nádból, mogyoró- vagy fűzfavesszőből álltak, melyeket finomszemcsés lőporral töltöttek meg, és a főtöltetbe helyeztek. Víz alatti robbantás esetén faggyúval kezelt bőrcsővecskéket töltöttek meg szintén puskaporrall. Később az angolok lúdtollból készítették gyújtócsöveiket, majd megjelentek a papírcsíkokból sodort gyújtók is. A gyújtócső indítására megfelelő hosszúságú kénfonalat alkalmaztak mely lassan égett, és ezzel lehetőséget adott a robbanást végzőknek arra, hogy biztonságos távolságra mehessenek.

A ma is alkalmazott időzített gyújtózsínór őseit a már említett Bickford találta fel Angliában, 1831-ben. Ezért is nevezték sokáig az ilyen rendszerű gyújtózsínórokat angol gyújtónak, vagy Bickford-zsínórnak. Az alapváltozat 1,5–2 mm vastagságú feketelőpor-bélből állt, melyet salétromba áztatott vékony jutafonál vett körbe. Erre került a külső kátrányozott burkolat. A 4 mm átmérőjű Bickford-zsínórnak ez a változata csak száraz körülmények között végrehajtott robbantásra volt alkalmas, viszont volt egy óriási előnye: viszonylag pontosan meghatározott égési sebességgel (60–80 cm percenként) rendelkezett. Karikába hajtvva, 8–10 m hosszú tekercekből árulták. Megjelent természetesen 5 mm vastag vízálló változata is, mely kettős kátrányozással készült.

A ma is alkalmazott időzített gyújtózsínór nem sokat változott az idők során, csupán a korszerűbb anyagok és technológiák megjelenésével műanyag burkolatot kapott, és az égési sebessége lett még pontosabb. A kereskedelmi forgalomban kapható (és a Magyar Honvédség által is használt) zsínór

általában 1 cm/sec égési idejű, de van olyan is mely 2 cm/s gyorsasággal ég.

A robbanózsínór feltalálása

A Bickford-zsínór megjelenése a robbantó szakemberek kezébe olyan eszközt adott, mellyel végre biztonságossá vált a töltetek indítása. Ugyanakkor a mindennapi életben egyre nagyobb igény mutatkozott – a katonai gyakorlatban éppúgy, mint az ipari robbantásoknál – több töltet egy időben történő iniciálására. Az időzített gyújtózsínór mintájára olyan zsínórok fejlesztésével kezdtek kísérletezni, melyeknél a feketelőpor helyére magasabb hatóerejű robbanóanyagot tettek. Az elv megfogalmazása könnyű, a gyártás technológiai megvalósítása már sokkal nehezebb volt. Az első ún. „durranó gyújtózsínór”-t 1879-ben vezették be a francia hadseregben. Lőgyapotot⁴⁹ töltötték ólomcsőbe, melyet aztán 4 mm vastagságúra húztak. Később az ólmot cink váltotta fel, a zsínórt pedig, dobra tekereselve forgalmazták. Meggyújtva lassan égett, majd egy idő után elaludt, viszont gyutaccsal felrobbantva 4060 m/s sebességgel robbant végig. Ez által biztosította több töltet szinte egyidejű robbantását (pl. 50 m-es töltettávolságnál, soros kapcsolás esetén is a második töltet az elsőhöz képest csak 0,012 s-mal kapta később a gyújtó impulzust).

Az osztrák-magyar hadseregben 1889-től kezdték alkalmazni a Hess-féle „pillanatnyi durranó gyújtó zsínórt”. Ez már hajlékony zsínór volt, mivel a durranóhiganyba mártott négy gyapotfonálból álló töltetet, kaucsukszalaggal tekerték körbe, majd viaszba mártották. Egyszerűen meggyújtva 10 m/s sebességgel égett, gyutaccsal indítva viszont 3000-3500 m/sec sebességgel robbant. Érdekes adalék, hogy a Hess-féle robbanózsínór kezelési utasításában meghatározott biztonsági rendszabályok, valamint a robbanózsínór toldásának végrehajtása, megegyező a ma is érvényben lévő szabályozásunkkal.⁵⁰

A francia szabadalom alapján készített Primacord robbanózsínórt 1936-ban mutatta be az Ensign-Bickford Company. A nitropenta töltetű, vízálló robbanózsínór detonáció sebessége kb. 6400 m/s volt.

A mai robbanózsínórok általában műanyag burkolattal készülnek, a bennük alkalmazott robbanóanyag legtöbbször megfelelően érzéketlenített (flegmatizált) nitropenta, vagy hexogén. Detonációsebességük – fajtától és felhasználási területtől függően – általában 6000–8000 m/sec között van. Eltérő a robbanóanyag töltet mennyisége is: 5 g/m-től egészen 40 g/m-ig, de kapható speciális feladatokhoz, pl. 80 g/m töltetömegű robbanózsínór is.

Speciális feladatokhoz olyan nyomás- és hőálló robbanózsínórok is készülnek, melyeket kívülről alumínium vagy ólom burkolat fed.

Időzített gyújtózsínórok és robbanózsínórok a magyar honvédségnél

Az 1899-es Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához c. kiadvány szerint „egy lovassági gyúzsinegdobozon a szabványos (angol) gyúzsinegből 50 m., a durranó gyúzsinegből pedig 100 m. van felgombolyítva”⁵¹. Az időzített gyújtózsínórból készült „robbanószelencze-időzítőgyújtók” is rendszeresítve voltak, a bemutatott pontosságú égési sebességgel. A kiadvány szerint a „durranógyúzsineg egyszerűen meggyújtva, gyorsan ég el”⁵². Égési sebességként kb. 10 m/sec-ot adtak meg,

⁴⁹ nitrocellulóz

⁵⁰ Schaffer Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve, Pallas Rt., Budapest, 1903., 63-66. oldalak

⁵¹ Vezérfonal, 189. oldal

⁵² Uo. 188. oldal

ugyanakkor robbanó gyutaccsal indítva 3000-3500 m/sec. volt az „eldurranás sebessége”. A Vezérfonal bemutatja a „durranózsineg” hálózat készítését is. A leágazások kialakítását a rendszeresített kapcsolóhüvelyek segítették. Az 1. számúval a gyutacsot kötötték össze a durranózsineggel. A 2. számú 3–4, a 3. számú pedig 5–6 „durranózsineg elágazásnak a szabványos gyúzsineg 2 gm.-os gyutacsával való összekötésére szolgál”⁵³.

Az 1902-es, E-23. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utásai számára a Vezérfonalban foglaltakhoz képest tisztázza, hogy a durranó gyújtózsineg⁵⁴ durranó higanytöltetű, amíg a burkolat megvédi a mechanikus hatásoktól (ütés, dörzsölés), nem robban fel. Már megjelennek azok a biztonsági előírások, melyeket a mai napig betartatunk a robbanózsínórral végzendő munkák során:

- a dobról vágás előtt le kell gombolyítani a robbanózsínórt⁵⁵;
- a vágást falapon, éles késsel, a zsínórt egy, a kezet óvó másik falappal megtámasztva kell elvégezni⁵⁶;
- minden vágás után a falapot és a kést meg kell tisztítani a vágás során keletkezett törmeléktől, és a következő vágást a deszkalapnak egy más részén kell elvégezni;
- gyutacsba helyezett zsínórt vágni szigorúan tilos!

A durranó gyújtózsineg hálózatok készítéséről a Vezérfonalnál bemutatottakon kívül, a hidak robbantását tárgyaló részben is ír.

A 9169/eln. körrendelet (1906. 10. 15.) az alábbiakról intézkedik: „A robbanó gyúzsineg helyébe a 03 mintájú durranó gyújtó zsineget rendszeresítem. Az előbb említett gyúzsinegnek az utóbbival való pótlása, valamint a vonatkozó szolgálati könyveknek helyesbítése iránt külön fogok intézkedni.”⁵⁷

Az 1915-ben kiadott E-39,b. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság számára ugyanazokról a robbantószerekről számol be, mint elődei. Változást jelent, hogy a „durranó gyújtózsineg” robbanási sebességének 5 km/sec értéket ad meg. Kezelésével kapcsolatban megegyező elvekről ír, mint az 1902-es szabályzat. Újdonságként jelentkezik, hogy a „kettős angol gyújtózsineg” minden tekerésnek megkezdésekor gyújtási próbát végeztet el, melynek során az 1 m-es darab égési sebességének 90-120 másodperc között kell lennie. Az időzített gyújtózsínórral szerelt tölteteket, ha azok nem robbantak fel, csak 15 perc várakozási idő után engedni megközelíteni.⁵⁸

E-34 (Műsz. okt. műsz.): Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I. (1929) a műszaki csapatok rendszeresített időzített gyújtózsínórjaként a „kettős angol gyújtózsínór”-t jelöli meg, melynek égési sebessége 1 cm/sec. 8-12 m hosszú tekersekben került kiadásra, minden tekercs megkezdésekor egy 50 cm-es darabbal égési próbát kellett végrehajtani. Pontosítja, hogy a gyújtózsínórral indított, fel nem robbant töltet, csak „a gyújtózsínór hosszának megfelelő háromszo-

⁵³ Uo. 189. oldal

⁵⁴ A kiadványban, utólag kézzel mindenhol felülírásra került „robbanó gyújtózsineg”-nek

⁵⁵ a mai szabályozás annyival megengedőbb, hogy a vágás helye és a tároló dob között min. 10 m-nek kell lenni – de ma már nem is durranóhiganyos, hanem nitropenta töltetű robbanózsínórt használunk.

⁵⁶ a kezet védő deszkalap ma már nem követelmény (de nem is tilos)

⁵⁷ Rendeleti Közlöny 1906., 404. oldal

⁵⁸ Ez a szabály ma is él

ros égési idő tartamának (gyakorlatoknál legalább ¼ óra) eltelte után közelíthető csak meg”⁵⁹.

Alap robbanózsínorként az 1906-os, 9169/eln. körrendelettel bevezetett 03. mintájú durranó gyújtózsínór maradt rendszerben, 5000 m/s robbanási sebességgel, víz alatti robbantásoknál is alkalmazva. Kezelésével kapcsolatban, az 1915-ös szabályzatban bemutatottak maradtak érvényben az a pontosítással, hogy a robbanózsínór vágásakor nem kell feltétlenül letekerni a teljes 100 m-es tekercest a dobról, de a dob és a vágás helye között legalább 10 m-nek kell lennie.⁶⁰

Használták ezen kívül a „fulminát gyújtózsínór”-t is melynél „a bél burkolata csak vizes glycerinnel van átítatva, miért is ütés, dörzsölés és nedvesség iránt jóval érzékenyebb”⁶¹. Érdekesség, hogy ezzel a gyújtózsínórral bemutatja lőpor, illetve „I. sz. dynamit” töltetek gyutacs nélküli robbantását, a ma is alkalmazott eljárásnak megfelelően, négy menetet tekerve a zsinórból a töltetre.

Külön fejezetben tárgyalja a durranó gyújtózsínór hálózatok készítését, bemutatva a párhuzamos és soros hálózatot. A leágazások készítéséhez továbbra is a fent bemutatott összekötő hüvelyeket használja.

A Robbantási segédlet (1950) 10 m-es tekercekből készített, fekete, aszfalt burkolatú, 1 cm/s égési sebességű időzített gyújtózsínóról ír. A tekercs megkezdésekor, egy 60 cm-es darabbal égési próbát ír elő, melynek során 60–70 másodperc között kellett végigégnie a vizsgált zsinórnak. A műszaki csapatok által használt nitropenta töltetű, vörös színű, 6500 m/s robbanási sebességű durranó gyújtózsínór, 50 m-es tekercekből került kiadásra. A szerelt töltet készítésének, a durranó gyújtózsínór kezelésének, kötéseinek, indításának szabályai, a belőlük készíthető hálózatok (soros, párhuzamos, vegyes) megegyezők a mai szabályokkal. Igaz ez, a velük végzendő munkák során betartandó biztonsági előírásokra is.

Az E-mű. 1. Ideiglenes robbantási utasítás (1950) annyiban hoz újat a Segédlethez képest, hogy négyféle (egyébként egyaránt 1 cm/sec égési sebességű) időzített gyújtózsínórt (ügymint a guttapercha, a kétszer bitumenezett, az egyszer bitumenezett és a fehér zsinórt), és ötféle durranó gyújtózsínórt mutat be. A felsorolt durranó gyújtózsínórok töltete és detonáció sebességük az alábbi volt:

- durranóhigany 5000-5300 m/s;
- durranóhigany és teritil 5000-5300 m/s;
- hexogén 7600 m/s;
- hexogén és tetritil 6500 m/s;
- nitropenta 6500 m/s.⁶²

A Mű/2. Robbantási utasításban (1965) az 1950-es elődeihez képest újdonság az, hogy az időzített gyújtózsínór tekercs megkezdésekor, az égési próbát úgy végezteti el, hogy először levágat egy 10–15 cm-es darabot, és csak ezt követően a 60 cm-es próba darabot. Az időzített gyújtózsínórnál már csak a vízhatlan változatok maradtak meg (egyszeresen és kétszeresen bitumenezett, valamint műanyag burkolatúak), melyek 5 m vízmélységig alkalmazhatók. Egyféle, nitropenta töltetű durranó gyújtózsínór maradt, 6–7000 m/s detonációs sebességgel. Megjelenik a trotil töltet gyutacs nélküli robbantása, a fentebb bemutatott 1929-es szabályozáshoz hasonló módon, „4–5 – egymást nem

⁵⁹ Műszaki oktatás, 63. oldal

⁶⁰ Ez érvényes ma is

⁶¹ Műszaki oktatás, 67. oldal

⁶² E-mű/1. 42-43. oldalak, 4. táblázat

keresztelő – zsinórmenet” rácsavarásával.⁶³

Az 1971-es Mű/213. Robbantási utasítás zöld színű, műanyag burkolatú időzített gyújtózsínorról ír (IGYZS), és piros színű műanyag burkolattal ellátott, 8 g/m nitropenta töltetű durranó gyújtózsínorról, mely az 1980-as években robbanózsínór megnevezésre változott (RGYZS). Kezelésük, alkalmazásuk szabályaiban változás nem történt

Az Utasítás 3. mellékletében, a „népgazdaságban használt robbantószerkezetek között bemutatja a Nipentex nitropenta töltetű, valamint a Nihetex hexogén töltetű robbanózsínókat.

A NONEL GYÚJTÁSI RENDSZER A MAGYAR HONVÉDSÉGNÉL

A svéd Nitro Nobel cég 1973-ban mutatta be forradalmian új, eddig még soha nem látott gyújtási rendszerét, melyet joggal neveztek az évszázad robbantástechnológiai felfedezésének. A termék az angol Non-Electric Initiation System (nem elektromos iniciálási rendszer) kifejezésből kapta a NONEL elnevezést. De miben is állt e rendszer újdonsága?

A korszerű robbantástechnikában egyre inkább előtérbe kerültek a környezetvédelem kérdései. Ezen belül kiemelkedő fontosságot kaptak, a robbanás szeizmikus hatásának lehető legkisebbre való csökkentése, a minél kevesebb robbanóanyaggal minél pontosabb hatás elérésének elve, továbbá a robbantóhálózat egyszerű kezelhetőségének, külső körülményektől (hőmérséklet, nedvesség, kisebb fizikai behatások, elektromos energiaforrás közelsége) független alkalmazhatóságának követelménye.

A legbiztonságosabbnak tartott elektromos robbantások sok tekintetben eleget tettek ezen elvárásoknak, a késleltetett hatású, mind pontosabb gyutacs-sorozatokat sok sikeres robbantás végrehajtását tették lehetővé. De a feladatok egy részénél komoly gondot jelentett, hogy a hálózatban alkalmazandó késleltetési idők, korlátozott lehetőséget biztosítottak a tervező számára, a fokozatok időbeli eltolását illetően. Egy épületbontásnál hatalmas teljesítményű robbantógépekre volt szükség (ezek beszerzése nem csekély költségekkel járt), és még ekkor sem volt biztos, hogy a kívánt teljesítményt elérik. Ez utóbbi ok miatt terjedtek el abban az időben a szakzsargonban „szimultán robbantásnak” nevezett – nem éppen szabályos – módszerek, melynél a robbantómester két robbantógép egyidejű alkalmazásával hajtotta végre a hatalmas hálózat felrobbantását. Ráadásul bizonyos körülmények között (nagyfeszültségű áramforrások közelsége – trafóállomás, távvezeték stb. – valamint kóboráram veszély esetén) a villamos robbantásról eleve le kellett mondani.

Mindezen problémák megoldását kínálta az új iniciálási rendszer, a NONEL. Az alap egy 3 mm külső átmérőjű, háromrétegű műanyag cső, melynek belső falára vékony robbanóanyag hártát visznek fel (a robbanóanyag HMX⁶⁴ és alumínium keverék). A robbanóanyag mennyisége elegendő ahhoz, hogy a robbanási lökéshullámot 2100 m/s sebességgel továbbadja a cső teljes hosszában, de kevés ahhoz, hogy a cső falát átütve külső hatást váltson ki. A cső anyaga ellenáll mindenféle külső fizikai hatásnak:

- szakítószilárdsága 20 °C-on 25 kg, 70 °C-on 15 kg;
- alkalmazható –40°C és +70°C hőmérsékleti határok között.

A cső ellenáll különféle agresszív közegnek is: pl. dizelolajban 2 hétig, ANDO (ammónium-nitrát-

⁶³ Mű/2. 48. oldal

⁶⁴ cyclotetramethylenetranitramine, C₄H₈N₈O₈ - Oktogén

dízelolaj robbanóanyag keverék) robbanóanyagban 5 hétig a gyár által garantáltan működőképes marad.

Maga a rendszer vízhatlan, hálózat készíthető belőle földfelszíni és földalatti robbantásokhoz épp-úgy, mint víz alatti munkák során.

Nagy előnye, hogy elektromos áramforrás közelségétől függetlenül alkalmazható. A legnagyobb vívmány azonban a következő: a rövid- és a hosszúkéleltetésű gyutacsorozat, valamint a szintén kéleltetett gyutaccsal szerelt kapcsoló egységek révén, korlátlan méretű és kéleltetési idejű hálózat készíthető belőle úgy, hogy az indításhoz elégséges, a készlethez rendszeresített egyszerű csappantyús egység, ennek hiányában pedig, akár egy robbantó, akár egy villamos gyutacs!

Azóta a világ számos robbanóanyag gyártó cége megjelent a saját fejlesztésű, de alapműködését és „filozófiáját” tekintve az eredetivel szinte megegyező NONEL rendszerével. Ugyancsak megjelentek a polgárihoz képest kissé robusztusabb felépítésű katonai NONEL rendszerek, ahol természetesen az ipari robbantástechnikában a hálózat áttekinthetőségét, szerelését megkönnyítő élénk vezeték színek helyett, a zöld dominál. Ezek közül vette meg a Magyar Honvédség a svéd NORABEL és a cseh AUSTIN cégek katonai célra kifejlesztett rendszereinek egyes elemeit. A rendszeresítés, az 569/97/2003/TH. (HK 26.) HM határozat alapján történt. Alkalmazását a 838/2006. (HK 23.) MH ÖLTPK intézkedéssel megjelentetett, Harekocsi és gyalogság elleni akadályrendszerek anyagainak és eszközeinek, valamint az új típusú harcanyagok kezelése és karbantartása című főnökségi kiadvány rögzíti⁶⁵.

Alapvető eltérés a két beszerzett katonai NONEL eszköz között, azok „indításában” van. A NORABEL NONEL indítója, egy egyszer-használatos kézi elsütő mechanizmusból és a NONEL jelvezetékéből áll, melynek egyik végén egy csappantyús primer gyújtóegység, a másik végén a töltet iniciálásához szükséges pillanathatású gyutacs található.

Mivel valamennyi szükséges alapkomponeus csatlakoztatva van az egységhez, a NONEL indító egy teljesen önálló, bármilyen típusú robbantási feladathoz, bármikor használatra kész iniciáló eszköz. Valamennyi NORABEL-gyártmányú indító tartalmaz még egy, a szerelt gyutacsok (maximum 8 db) opcionális csatlakoztatását vagy leágaztatását biztosító csatlakozó egységet és két darab, a NONEL jelvezeték kábeldobról történő le- és feltekerését megkönnyítő műanyag fogantyút is.

Az AUSTIN gyártmányú katonai NONEL gyújtórendszer eltérő sajátossága, hogy az SRNA R–1 típusjelű, többször felhasználható kézi elsütő mechanizmus nincs az indítókhöz készletezve.

Az alap-változat 17-től 6000 ms-ig terjedő kéleltetést biztosító gyutacs sorozatából, a Magyar Honvédség mindössze az 500 ms kéleltetésű gyutacsot vette meg 4.2, illetve 7.8 m-es vezeték hosszúsággal, valamint a 25 ms kéleltetésű hurokkapcsolót, mellyel a robbantó hálózat leágazásait tudjuk kéleltetni.

A NORABEL gyártmányú katonai NONEL rendszert egyaránt szerelték a primer robbanóanyagot nem tartalmazó, nagyon biztonságosan kezelhető NPED gyutaccsal, valamint hagyományos gyutacsokkal is. A MH által beszerzett NONEL eszközök közül, az első tétel NORABEL volt NPED gyutacsos. Sajnos az ezt követő két tétel AUSTIN gyújtórendszer hagyományos gyutacsokkal készült.

A Magyar Honvédségben rendszeresített NONEL rendszerű iniciáló eszközök kínálta új lehetőségekről egy korábbi cikkemben írtam⁶⁶.

⁶⁵ a BRW-F villamos gyutacséval együtt

⁶⁶ A Magyar Honvédségnél rendszeresített NONEL gyújtási rendszer alkalmazása, különös tekintettel a környezetkímélő robbantásokra, Műszaki Katonai Közlöny 2006/1-4. összevont szám

Az alkalmazott robbantószerkezetek tekintetében kevésbé figyelhető meg éles változás a vizsgált, több mint egy évszázad alatt, mint azt a robbanóanyagok terén tapasztaljuk. A durranóhiganyos robbantógyutacsot felváltotta az ólomazid alaptöltetű, de ugyanúgy 8-as erősségű gyutacs. A robbantási munkák során azonban továbbra is ez maradt a legérzékenyebb elem a biztonság szempontjából. A szinte teljesen kezelésbiztosnak tekinthető NPED gyutacs – bár egyre inkább elterjedt az ipari robbantástechnikában – pont a leginkább érintettnek tekinthető katonai robbantástechnikában nem jelent meg eddig, legalább is hazánkban.

Az időzített gyújtózsín és a robbanózsín kezelésének, alkalmazásának előírásai szinte semmit nem változtak a kezdetektől napjainkig. A napi élet által kikényszerített szabályok „rendszersemlegesek”, a lehető legnagyobb biztonságot szolgálják.

A villamos gyújtás kérdése azért különleges, mert az elveket tekintve itt sincs radikális változás az egyes korokban alkalmazott robbantószerkezetnél, mindössze a technikai fejlődés figyelhető meg úgy a gyutacsok, mint a robbantógépek tekintetében. Talán itt a legnagyobb a lemaradása a hazai katonai robbantástechnikának, az iparihoz képest. Mit értünk ez alatt?

Az elfogadható, hogy egy alapvetően támadó doktrínájú hadsereg, nem képes az ipari robbantástechnikában már hosszú évtizedek óta alkalmazott, késleltetett működésű villamos gyutacs sorozatokat tárolni, és a csapatokhoz az adott feladat támasztotta igények szerint kiszállítani. Ráadásul a késleltető pirotechnikai elegy korlátozott garancia ideje miatt, a hosszú idejű tárolás (tartalékképzés) sem megoldható. Viszont az már kevésbé érthető, hogy akkor, amikor a külső késleltetésű robbantógépek által, a rendszeresített pillanathatású gyutacsok segítségével is lehetőség adódik a robbantandó töltetek iniciálási idejének pontos szabályozására, akkor a Magyar Honvédség miért nem él ezzel. A kor új kihívásait szem előtt tartva – véleményem szerint – igenis szakmai lemaradásban vagyunk ezen a téren.

1995-ös kandidátusi disszertációm⁶⁷ már javasoltam ilyen robbantógépek rendszerbe állítását, a már akkor is leváltásra érett RKA robbantógépek helyett. A – legalább is részleges – váltást, végül is kikényszerítette az irányított repesztöltetek rendszerbe állítása. Viszont ezzel együtt egy nagy lehetőséget szalasztottunk el: a TER-6 többcsatornás robbantógép hazai kifejlesztése és rendszerbe állítása tálcán kínálta a lehetőséget, a külső késleltetésű robbantás megvalósításához is. Több szakmai fórumon hiába hangoztatott és indokolt véleményem nem talált meghallgatásra: talán takarékosági szempont vezérelhette a megrendelőt. Így végül is nem került e gépbe az ehhez szükséges elektronika, de ez által (összességében) többet veszített a Magyar Honvédség. A NONEL rendszer hazai katonai alkalmazásának lehetséges előnyeit bemutató, korábban hivatkozott cikkemben, számításokkal bizonyítottam az egyes töltetek késleltetett indításának fontosságát úgy a környezetkímélő robbantások, mint a felhasználandó robbanóanyaggal történő takarékoság szempontjából.

Az egyedüli forradalmi változást, a katonai NONEL gyújtási rendszer bevezetése jelentette a Magyar Honvédség robbantószerkezei közé. Tekintve, hogy ezzel együtt egy-egy késleltetési fokozat is beszerzésre került úgy a kapcsolók, mint a gyutacsok tekintetében, a fent jelzett hiány – részben –

⁶⁷ A magyar honvédségnél alkalmazott robbantási eljárások és robbanóanyagok legfontosabb részterületei fejlődésének vizsgálata és a továbbfejlesztés javasolt irányai – Zrínyi Miklós katonai Akadémia, 1995.

megoldódott. Gondokat viszont továbbra is látok.

Egyrészt a NONEL rendszerrel való robbantás sokkal többbe kerül, mint a külső késleltetésű robbantógép által vezérelt, pillanathatású villamos gyutacsok alkalmazása. Továbbra is kérdéses, a pont szükséges fajtájú és mennyiségű robbantószerkezet, megfelelő időpontra és helyre történő kiszállításának biztosítottasága. A várható robbantási feladataink során ráadásul nem is igazán tudjuk kihasználni a NONEL rendszernek azon hatalmas előnyét, hogy szinte korlátlan számú késleltetési fokozatú és méretű hálózat készíthető belőle, mely akár egy szerelt gyutaccsal is iniciálható.

Másrészt hiányzik az a szakmai útmutató (segédlet), mely a műszaki parancsnok munkáját megkönnyítené a robbantási szakfeladat tervezése során: hol, hogyan, milyen késleltetési fokozatokkal alkalmazza a NONEL hálózatot? E nélkül sajnos elvész a lényeg, a pontosabb, környezetkímélőbb és robbanóanyag-takarékos robbantás végrehajtása, mely, pl. egy békemisszióban, de akár egy rendkívüli (katasztrófa) helyzetben végrehajtandó robbantásnál is, már igenis fontos szempont!

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

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

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ARDAY Géza m. kir. honvédszázados: A lőpor és robbanó anyagok technológiája és történeti fejlődése, Szent Erzsébet Nyomda Részvénytársaság, Kassa, 1910.
- [2] BASSA, R.- KUN, L.: Robbantástechnikai kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.
- [3] BOHUS G. – HORVÁTH Z.– PAPP J.: Ipari robbantástechnika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
- [4] FÖLDESI JÁNOS: Az AUSTIN POWDER CO. E*-Star elektronikusan programozható villamos gyutacsának előnyei a gyakorlatban, Műszaki Katonai Közlöny XX. évfolyam 1-4. összevont szám, 2010. pp. 197-215.
- [5] SCHAFFER Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve, Pallas Rt., Budapest, 1903.
- [6] LUKÁCS László: A katonai robbantástechnika és a környezetvédelem - egyetemi jegyzet, ZMNE Hadtudományi kar, Műszaki harcászati-hadműveleti tanszék, Budapest, 1997.
- [7] Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához – fordítás, Pallas Irodalmi és Nyomdai Rt., Budapest, 1899.
- [8] E-23. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utászai számára, Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1902.
- [9] E-32 (Műsz. okt.): Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára + Ábrafüzet, M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1926.
- [10] E-34 (Műsz. okt. műsz.): Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I. rész, M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928.
- [11] E-34 (Műsz. okt. műsz.): Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások II. rész + Mellékletek, M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928-1929.
- [12] Robbantási segédlet, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1950.
- [13] E-mű.1. Ideiglenes robbantási utasítás, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1950.
- [14] Robbantások, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1953.
- [15] Mű/2. Robbantási utasítás, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1965.
- [16] Mű/213. Robbantási utasítás, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1971.
- [17] Mű/243. Műszaki szakutasítás a nem műszaki alegységek számára, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1978.
- [18] 13/2010. (III.4.) KHEM rendelet az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzatról
- [19] 9169/eln. körrendelet (1906. 10. 15.) Durranó gyújtózsineg 03 mintájú rendszeresítése, Rendeleti Közlöny 1906., 404. o.
- [20] 88.533/eln. 7/m.-1942 körrendelet (1942. 06. 27.) a 42. M. utász gyutacs rendszeresítésére, Honvédelmi Közlöny 1942. 29. szám, 323. o.

-
- [21] 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 1942. 39. szám, 412. o.
- [22] 37/2000. (HK 8.) SZVK MŰV rendelkezés: az RG utászgyutacs felhasználásának, alkalmazásának, tárolásának szabályozása
- [23] 210/2000. (HK 15.) SZVK MŰF rendelkezés: Az RG utászgyutacs alkalmazásba vétele, 974. o.
- [24] 569/97/2003/TH. (HK 26.) HM határozat rendszeresítésre/kivonásra kerülő haditechnikai eszközökről és hadfelszerelési anyagokról - BRW (F) típusú villamos gyutacs és NONEL gyújtórendszer
- [25] 838/2006. (HK 23.) MH ÖLTPK intézkedés, a Harckocsi és gyalogság elleni akadályrendszerek anyagainak és eszközeinek, valamint az új típusú harcanyagok kezelése és karbantartása című főnökségi kiadvány megjelentetéséről
- [26] LUKÁCS László: A Magyar Honvédségnél rendszeresített NONEL gyújtási rendszer alkalmazása, különös tekintettel a környezetkímélő robbantásokra, Műszaki Katonai Közlöny 2006/1-4. összevont szám
- [27] KOVÁCS Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai – Műszaki Katonai Közlöny XXII. évf. 2. szám, 2012. pp. 37-52.
- [28] DARUKA Norbert: Terroristák és taktikák, avagy védekezz ha tudsz - Repüléstudományi Közlemények Konferencia Különszám, 2012. 2. szám, pp. 33-41.
- [29] DARUKA Norbert: Bűnös célú robbanószerkezetek alkalmazásának és hatástalanításának sajátosságai – Műszaki Katonai Közlöny XXII. Évf. TÁMOP Különszám, 2012. pp. 26-34.
- [30] Robbantástechnikai terminológia – A robbantástechnika időszerű kérdései 5. sz. füzet OMBKE Robbantástechnikai szakbizottság kiadványa, Budapest, 1980.