

A ROBBANÓANYAG FOGALMA, A ROBBANÓANYAGOK FELOSZTÁSA A MAGYAR HONVÉDSÉGBEN¹

*Dr. Lukács László, a hadtudomány kandidátusa
egyetemi tanár*

A cikkben² a robbanóanyag fogalmának és a robbanóanyagok felosztásának alakulása, változása kerül bemutatásra, az egyes korok katonai robbantási szabályzataiban, utasításaiban³.

Az első katonai szabályzatokban (**Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához – 1899.** a továbbiakban **Vezérfonal, E-23 Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utászi számára – 1902.**) nem találkozunk a robbanás, a robbanóanyagok definiálásával. Ez azért érdekes, mert **Arday Géza m. kir. honvédszázados 1903-ban megjelent A lőpor és a robbanóanyagok technológiája és történeti fejlődése** című könyvében (4) arról ír, hogy „a magyar szakirodalomban a robbanóanyagok technológiája – sajnos –úgyszólván teljesen ismeretlen” (1. old.). Ennek okát pedig abban látja, hogy „Magyarország-Ausztriában...a lőpor és a robbanóanyagoknak a gyártása nem képez szabad iparágat, hanem azt az állam katonai felügyelet alatt monopolizálja, amiért is ezen ismeretterjesztésnek gyakorlati része a gyártalap *khinai* falain túl nem terjedhet”. (2. old)

Arday ezek után részletesen bemutatja művében a robbanás jellemzőit. Szerinte „robbanó anyag elnevezése alatt bármely halmazállapotú test érthető, amely bizonyos körülmények között u. m.: mechanikai hatás, hőmérsékleti különbség vagy

¹ Magyar honvédség alatt értem azt a mindenkori, központilag szervezett fegyveres erőt (függetlenül annak éppen aktuális megnevezésétől), melynek feladata az ország védelme volt.

² A Robbantástechnika 28. szám, 2007. december (HU ISSN 1788-5671) számban megjelent publikáció (pp. 2-11) másodközlése

³ Az idézett részek az aktuális helyesírást követik, mely esetenként eltér a mai szabályoktól.

a testeknek egymásra gyakorolt *chémiai* hatása alatt stb. nagy mennyiségű gázt hirtelen képes fejleszteni és ezáltal nagy munkát végrehajtani”. (3. old)

A robbanóanyagokat a „robbanó hatás szerint” három csoportra bontja, úgymint „1. az *impulzív* robbanó anyagok, 2. a *brizáns* (lobbanó) robbanó anyagok, és a 3. *fulmináns* robbanó anyagok”. Az „*impulzív robbanó anyagok* (indítólökésű) elnevezése alatt oly robbanó készítmények értendők, melyeknek meggyulladás hőmérséklete magas ugyan, de aránylag lassan égnek el” (6. old.). Ezért ezeket, a ma ballisztikus, vagy toló hatásúként nevezett robbanóanyagokat tüzérségi lövedékek hajtóanyagaként, továbbá földalatti aknáknál alkalmazták. „A *brizáns robbanó anyagoknál* a meggyulladás hőmérséklet szintén magas ugyan, de aránylag gyorsan és hevesen égnek el. Csak robbanó anyagul használatnak.” (7. old.) A *brizáns robbanóanyagoknál* külön kiemeli Arday, hogy csak „nagy nyomás által robbantatnak fel”, meggyújtva elégnak. „A *fulmináns robbanó anyagok* csoportjába azon testek tartoznak, amelyek már alacsony hőmérsékletnél is könnyen robbannak, ami mindenkor igen nagy gyorsasággal és nagy gázfejlődés mellett történik. Rendszerint a többi robbanó testek felrobbantására szolgálnak. A legcsekélyebb mechanikai hatásra már felrobbannak...”.

Az ugyancsak **1903-ban megjelent, Schaffer Antal** által írt **A gyakorlati robbantó technika kézikönyve** (a továbbiakban Kézikönyv) (3) c. kiadvány szerint : „Robbantó anyagnak neveznek ... minden oly anyagot, mely meggyújtás, felhevítés vagy bármilyen hatás következtében igen rövid, de rendszeren alig mérhető időn belül nagy mennyiségű gázokat fejleszt, melyek ezen vegyfolyamatnál felszabaduló meleg következtében hirtelenül nagy mértékben kitágulva, *feszültségök* folytán munkát fejtenek ki ... Minél rövidebb az időtartam, melyen belül bizonyos tömeg felrobban, minél nagyobb a robbanásnál fejlődő gázok mennyisége és mentől jelentékenyebb azok hevítése, annál hatásosabb a robbanó anyag, azaz: annál nagyobb erőt fejtenek ki a nagy feszültségű gázok” (17.old.).

A Kézikönyv a robbanóanyagokat két csoportra osztja, úgymint igen erős hatásfokúak⁴ (igen brizánsak) és kevésbé erős hatásfokúak (kevesbé brizánsak). Az előbbi csoportba sorolja a „robbanékony nitrotestek”-et és az „ezekből gyártott robbantó szerek”-et (pl. dinamitok, lögyapot), az utóbbiba a „fekete lövőpor”-t és „annak összes helyettesítői”-t. A részletes robbanóanyag bemutatáskor viszont a Hess⁵-féle osztályozást követi, mely szerint vannak „közvetlenül felrobbantható” (fekete lőpor és vele rokon anyagok) és „közvetve explodáló anyagok” (pl. robbanó gyapot, nitroglicerín, dinamit, repesztő zselatin, ekrazit, „durranó kéneső”⁶, füstnélküli és gyérfüstű lőporok és a biztonsági robbanóanyagok, úgymint a roburit, ammonit, bellit, securit, stb.).

Az **1926-ban** kiadott **E-32. Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára** (8) az alábbi robbanóanyag meghatározást adja: „Oly szilárd vagy cseppfolyós anyagokat, melyek kívülről jövő behatás (hő vagy mechanikai hatás) következtében igen gyorsan nagy tömegű és magas hőmérsékletnél nagy feszültségű gázzá alakulnak át, robbantó anyagoknak, és ha már külön robbantási célokra csomagolva is vannak, robbantószereknek hívjuk” (131. old.)

A „robbantószeret” a robbanás gyorsasága szerint osztotta fel lassan robbanókra (fekete és füstnélküli lőpor) és hirtelen robbanókra vagy másképpen brizánsakra (dinamitfélék, ekrazit, trinitrophenol- és trinitrotoluol készítmények, ammonsalétromos robbanóanyagok, folyékony levegő).

Az **E-34. Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára** (a továbbiakban Műszaki oktatás) (7)(1928) már összetettebben fogalmaz, mint a nem műszakiak számára íródott társa: „A robbanás olyan vegyi folyamat, melynél nagy hőfejlődés mellett, igen rövid idő alatt, nagymennyiségű gáz képződik. Azokat az anyagokat

⁴ „A robbanékony anyagok hatásfoka, a tömegegységnek valamely meghatározott időegységben kifejtett munkája.”(2) (18.o)

⁵ Osztrák-magyar ezredes

⁶ Durranóhigany

melyeknél ez a vegyi folyamat létrehozható, robbantó anyagoknak nevezzük” (31. old.).

A „robbantó anyagokat” hatásuk és felhasználásuk szerint szintén két csoportra osztja, úgymint lassú (ballisztikus) és heves (brizáns⁷) hatásúakra. Az egyes kategóriákon belül a fent ismertetett robbanóanyagok kerültek bemutatásra.

A **Haditechnikai ismeretek I. kötete (9) (1929)** a Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára c. kiadványban foglaltak szerint tárgyalta a kérdést.

Az **1950-ben kiadott Robbantási segédlet (11)** a következőket írja: „Robbanóanyagoknak nevezzük azokat az anyagokat, vagy elegyeket, amelyek bizonyos külső hatásra egy pillanat alatt felbomlanak és belőlük nagymennyiségű erősen felhevített gáz képződik. ... A robbanás romboló hatása annál nagyobb, minél gyorsabban zajlik le, továbbá minél több és minél magasabb hőfokú gáz keletkezik.” (4. old.)

A robbanóanyagokat a rombolandó közegre kifejtett hatásuk szempontjából iniciáló (indító), brizáns (heves) és ballisztikus (toló hatású) kategóriákba sorolta. A brizáns robbanóanyagok csoportját, azok hatóereje alapján tovább bontotta magas, közepes és alacsony hatóerejűekre.

Iniciáló robbanóanyagok: a durranóhigany, az ólomazid, a trizinát (vagy TNRSZ, teneresz).

Magas hatóerejű brizáns robbanóanyagok: a ten (nitropenta), tetril, hexogén.

Közepes hatóerejű brizáns robbanóanyagok: a trotil (TNT), a melinit (pikrinsav) és a francia keverék (80 % melinit, 20 % dinitronaftalin).

Alacsony hatóerejű brizáns robbanóanyagok: a különféle ammonsalétromos robbanóanyagok (pl. amatolok, ammonitok, dinamonok).

Ballisztikus robbanóanyagok: a fekete lőpor.

⁷ „A robbanásnál keletkező nyomás bizonyos (rövid) idő alatt éri el legnagyobb értékét. A legnagyobb érték elérésének gyorsaságát a robbanóanyag hevességének (brizánságának) nevezzük.” (5) (31. old. 3. pont)

Az ugyancsak **1950-es E.-mű.1. Ideiglenes robbantási utasítás** (12), a Robbantási segédletnél pontosabb robbanóanyag meghatározást ad: „Robbanóanyagoknak nevezzük azokat a vegyi anyagokat, vagy anyagok keverékét, amelyek külső behatásra igen gyors kémiai változáson mennek át, miközben magas hőfok és nagymennyiségű, erősen felhevített gáz fejlődik, ami munka végzésére képes” (5. old. 5. pont).

A robbanóanyagokat kétféleképpen osztályozta, melyből a gyakorlati alkalmazás szerinti csoportosítás megegyező a Robbantási segédletben tárgyaltakkal⁸, míg a másik a vegyi összetétel szerinti, mely szerint megkülönböztetünk:

- robbanó vegyületeket (pl. ólomazid, TNRSZ, trotil, hexogén, tetril, melinit, ten stb.);
- robbanó elegyeket vagy keverékeket, „amelyek két vagy több egymással vegyileg össze nem kapcsolt anyagból állnak” (10. old. 10/1. pont) (pl. ammonaléttromos robbanóanyagok, dinamitok, klorátok, feketelőpor, stb.).

A gyakorlati alkalmazás szerinti csoportosításon belül az egyes robbanóanyagok felsorolásakor a magas hatóerejű kategória a hexotollal és a robbanó zselatinnal (93 % dinamit), a közepes hatóerejű a 62 %-os dinamittal, az 50-50-es amatollal⁹, az ammonállal és az L öntvénnel (TNT és xilil öntvénye), az alacsony hatóerejű pedig, az amoxillal, a dinaftalittal és a kloratittal bővült, a Robbantási segédletben foglaltakhoz képest. A ballisztikus robbanóanyagok között megjelenik újból a füstnélküli lőpor.

A **Robbantások** (16) c. minisztériumi kiadvány (1953) megint más formáját adja a robbanóanyag meghatározásnak: „Robbanóanyagoknak olyan vegyületeket vagy keverékeket nevezünk, amelyek nagy kémiai energiakészletet rejtenek

⁸ A Segédlet nem adta meg a brizancia fogalmát, az Ideiglenes utasításban viszont újból találkozunk vele: „Brizánság alatt a robbanóanyag heveességét értjük, mely ... mindenk előtt a robbanás heveességétől, de ... a robbanási nyomás nagyságától is függ.” (7-8. old. 8. pont)

⁹ Érdekeség, hogy míg a Segédlet az 50-50-es amatollt az alacsony hatóerejű robbanóanyagoknál tárgyalta, addig az Ideiglenes utasítás ezt a robbanóanyagot átminősítette a közepes hatóerejű kategóriába.

magukban és nagy hőkiválás, illetve nagymennyiségű gázképződés kíséretében rendkívül gyorsan fel tudnak bomlani.”(8. old.)

A robbanóanyagok kétféle csoportosítása megegyező az Ideiglenes utasítás vonatkozó (fent bemutatott) pontjával.

Az **1965-ös Mű-2. Robbantási utasításban** (13) jelent meg az a robbanóanyag meghatározás, melyet aztán **1971-es** társa, a **Mű/213. Utasítás** (14) is átvett: „Robbanóanyagoknak azokat a vegyületeket vagy keverékeket nevezzük, melyek meghatározott külső behatásokra gyors kémiai átalakulásra képesek, miközben nagymennyiségű és nagy nyomású gázok képződnek, mely gázok kiterjedésük közben mechanikai munkát fejtenek ki.” (7. old. 14. pont)

A robbanóanyagok csoportosítását gyakorlati alkalmazásuk szerint végzi el mindkét utasítás, mely tartalmát tekintve megegyező a Robbantási segédletnél bemutatott „rombolandó közegre kifejtett hatás” szerinti felosztással. Az egyes kategóriáknál új, közepes hatóerejű brizáns¹⁰ anyagként jelenik meg a plasztikus robbanóanyag, míg az alacsony hatóerejűek közé az ammonitokat, dinamonokat és ammonálokat sorolják¹¹.

Mint látható, a katonai robbantástechnikában megjelenő robbanóanyag fogalom koronként változott, bár sok azonosság található az egyes meghatározásokban.

Az **ipari robbantástechnikában elfogadott** hasonló (az **MSZ-14-05029-1988 sz. szabványban rögzített**) megfogalmazás szerint „a robbanóanyag folyékony vagy szilárd halmazállapotú anyag (vegyület, elegy, vagy keverék), amely megfelelő iniciálás hatására önfenntartó, hőfejlesztő, legalább 1000 m/s sebességű kémiai

¹⁰ „Brizánság alatt a robbanóanyagoknak a velük érintkezésben lévő tárgyra ható ... zúzókéességét értjük. A robbanóanyag brizánsága detonációjának sebességétől függ...” (Mű/2. 389. old., Mű/213. 345. old.)

¹¹ Az alfejezetben említett robbanóanyagok részletesebb bemutatására a 3.3. alfejezetben kerül sor. A katonai robbanóanyagok főbb jellemzőit a 2. sz. melléklet tartalmazza.

átalakulásra képes és ennek során túlnyomórészben gázhalmazállapotú bomlástermékek képződnek belőle” (76)

Ezek után – mintegy összegzésként – megpróbálok egy olyan robbanóanyag fogalmat összeállítani, melyben minden fontos ismerv megjelenik, mely a kémiai robbanás során végbemenő folyamatban meghatározó jelentőségű (22).

Robbanóanyagnak az olyan **GYAKORLATILAG HASZNOSÍTHATÓ** vegyületeket (elegyeket, olvadékokat) nevezzük, amelyek a megfelelő **KEZDŐGYÚJTÁS** (aktiválási energia) hatására bekövetkező **ÖNFENNTARTÓ** (exoterm) **KÉMIAI ÁTALAKULÁS** (reakció) során, **HIRTELEN** (százezred másodperc alatt) **MAGAS HŐMÉRSÉKLETŰ** és **IGEN NAGY NYOMÁSÚ**, főleg **GÁZTERMÉKEK**KÉ alakulnak át, melyek kiterjedésük közben rendkívül nagyteljesítményű **MUNKÁT** végeznek, és **KÖRNYEZETI HATÁST** váltanak ki.

A kémiai reakció rendszerint égési (oxidációs) folyamat. Az oxidációhoz pedig, éghető anyag (szén és hidrogén), valamint kellő mennyiségű (!) oxigén kell. A nagy reakciósebesség miatt az égés kívülről nem táplálható, ezért a robbanóanyagok az égés összes elemét (az oxigént is) önmagukban tartalmazzák (az oxigén rendszerint a nitrogénhez kapcsolódik, amely „foglatot” képez számára). Ez a tulajdonságuk különbözteti meg a robbanóanyagokat a tüzelő- és motorhajtó anyagok - egyébként jelentősen nagyobb kalóriájú - csoportjától. Ez egyben cáfolata annak a gyakori véleménynek is, mely szerint a robbanás romboló hatásának fő oka a robbanóanyagokban rejlő hatalmas energiatartalék (mint pl. az 1953-as Robbantások c. kiadványban is olvashattuk). Ezt rögtön be is bizonyíthatjuk, ha összehasonlítjuk 1 kg fűtőanyag égéshőjét, 1 kg robbanóanyag robbanáshőjével (17):

1. számú táblázat

1 kg fűtőanyag égéshője és 1 kg robbanóanyag robbanáshője

Fűtőanyagok égéshője		Robbanóanyagok robbanáshője	
fa	18.9 MJ	fekete lőpor	2.9 MJ
benzin	42.0 MJ	nitroglicerín	6.3 MJ
antracit	33.5 MJ	trotíl	4.2 MJ

Vagyis 1 kg nitroglicerín robbanásakor, a szén elégésekor keletkező energia ötöde, míg 1 kg trotíl robbanásakor csak a nyolcada szabadul fel.

Az összehasonlítás akkor sem javul sokat, ha a fűtőanyagoknál az égéshőt az égéshez szükséges oxigénnel vett keverék 1 kg-jára állapítjuk meg (tekintve, hogy a robbanóanyagoknál is a reakcióhoz szükséges oxigénnel együtt vett értéket vettük figyelembe): az égéshő 1 kg fűtőanyag-oxigén keverékre (17).

2. számú táblázat

Fűtőanyagok égéshője az égéshez szükséges oxigénnel vett keverék 1 kg-jára	
fa	8.0 MJ
antracit	9.2 MJ
benzin	9.6 MJ

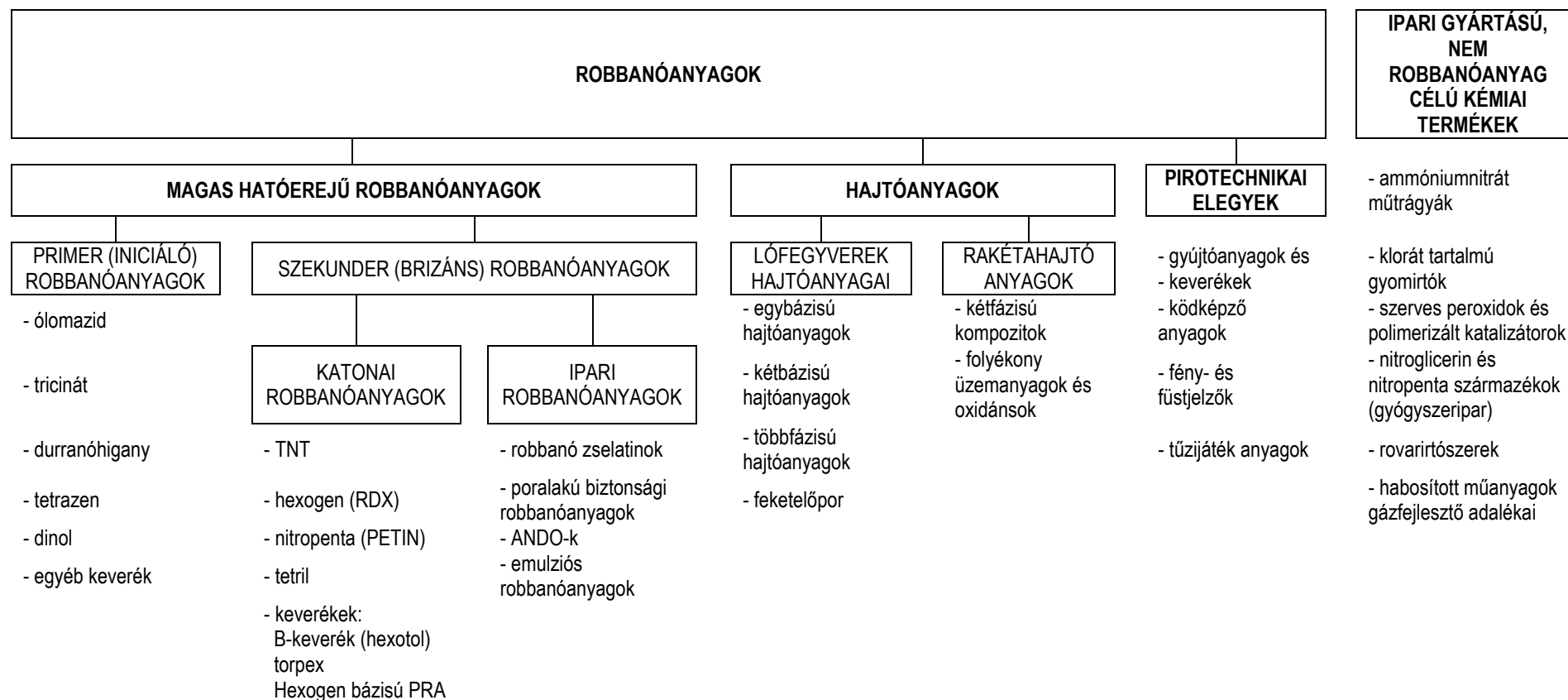
A kondenzált fázisú kémiai robbanás hatalmas romboló hatásának valóságos oka az, hogy az energia a robbanáskor rendkívül gyorsan szabadul fel. Míg 1 kg benzin az autó motorjában 5-6 perc alatt ég el, addig 1 kg robbanóanyag robbanása 1-2 százredmásodperc alatt játszódik le. Az energia a robbanáskor több tízmilliószor gyorsabban szabadul fel, mint égéskor. Ez a reakció kívülről nem táplálható oxigénnel, ezért kell a kondenzált fázisú robbanóanyagoknak önmagukban hordozniuk az átalakulásukhoz szükséges oxigént.

A különböző tulajdonságú **robbanóanyagok csoportosítása** többféleképpen történhet, az éppen szükséges prioritások figyelembevételével (pl. felhasználási terület, gyakorlati alkalmazás, vegyi összetétel, érzékenység stb. alapján). A

felhasználási terület szerinti felosztást az 1. sz. ábra szemlélteti. Az ipari és a katonai robbanóanyagokkal szemben eltérő követelményeket támasztanak, ezeket a 2. sz. ábrán mutatom be

ROBBANÓANYAGOK ÉS FELHASZNÁLÁSUK

KÉMIAI ROBBANÁSRA KÉPES VEGYÜLETEK, ELEGYEK ÉS KEVERÉKEK



J. Köhler – R. Meyer: Explosives – Fourth, revised and extended edition (VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Federal Republic of Germany, 1993. 11. táblázat (141. old.) alapján

AZ IPARI ÉS A KATONAI ROBBANÓANYAGOKKAL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK

Követelmény megnevezése	Ipari robbanóanyag	Katonai robbanóanyag
teljesítmény	<ul style="list-style-type: none"> - nagy gázfejlődés és magas robbanáshő = nagy robbanóerő (munkavégző képesség); - a magas detonációsebesség nem követelmény (kivéve a szeizmikus kutatásokhoz gyártott speciális robbanó zselatinokat). 	<p>függ az alkalmazástól: aknák, bombák, tüzérségi löszerek, rakéták</p> <p>a./ harci fejek töltetei:</p> <ul style="list-style-type: none"> - magas gáznyomás; - nagy gázfejlődés; - magas robbáshő (magas detonációsebesség nem követelmény). <p>b./ gránátok töltetei:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nagy repeszképző hatás; - nagy töltési sűrűség; - nagy detonációsebesség; - közepes munkavégző képesség elegendő. <p>c./ kumulatív töltetek:</p> <ul style="list-style-type: none"> - extrém magas sűrűség és detonációsebesség (HMX- a legjobb); - magas hatóerő (brizancia) és munkavégző képesség.
érzékenység	<ul style="list-style-type: none"> - kezelésbiztonság; - gyutacsérzékenység (kivéve a slurry-eket és az ammóniumnitrát- tüzelőanyag keveréket). 	<ul style="list-style-type: none"> - amennyire csak lehetséges, érzéketlen; - tűzbiztos; - ütésbiztos; - lövésbiztos
stabilitás és tárolhatóság	<ul style="list-style-type: none"> - kb. hat hónap tárolási idő, vagy több; - semleges (nincs az alkotók között nitric-azid) 	<ul style="list-style-type: none"> - 10 év vagy több a tárolási idő; - semleges; - fémekkel nem reagál; - alakítható.
vízállóság	<ul style="list-style-type: none"> - töltényezve 2 órát el kell viselnie állóvízben (szeizmikus robbanóanyagoknak többet). 	<ul style="list-style-type: none"> - tökéletes vízállóság, legalább a fegyverbe való betöltésig.
adagolhatóság	<ul style="list-style-type: none"> - zselatinált, vagy por. 	<ul style="list-style-type: none"> - öntött vagy préselt.
Hő-tűrő képesség	<ul style="list-style-type: none"> - -25 °C -ig (-13 °F) nem fagyhat meg; - +60 °C -ig (140 °F) néhány órát ki kell bírnia. 	<ul style="list-style-type: none"> - teljes működésképeség meg kell őriznie -40 °C (-40 °F) és + 60 °C (+140 °F) között, sőt különleges esetekben e fölött is.

J. Köhler – R. Meyer: Explosives – Fourth, revised and extended edition (VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Federal Republic of Germany, 1993. 12. táblázat (142. old.) alapján

A katonai robbantástechnikában a legfontosabbnak a **gyakorlati alkalmazás szerinti felosztást** tekintjük, mely szerint megkülönböztetünk iniciáló (primer), brizáns (szekunder) és ballisztikus (tolóhatású) robbanóanyagokat. A brizáns robbanóanyagok tovább bonthatók magas, közepes és alacsony hatóerejűekre.

Az iniciáló (primer) robbanóanyagok olyan érzékeny robbanóanyagok, amelyekben nem csak a lökéshullám, hanem egyéb energiaforrás (szúróláng, súrlódás, gyenge ütés, felmelegedés stb.) is kiválthatja a detonációt. Robbanásukkor kevés nagytérfogatú gáz keletkezik, ezért önmagukban robbantási tevékenységre nem használják őket. Elsősorban a brizáns robbanóanyagok detonációjának előidézésében van fontos szerepük.(18)

A brizáns (szekunder) robbanóanyagok robbanása normál körülmények között csak megfelelő erősségű lökéshullámmal (aktiválási energiával) - pl. gyutacs vagy másik robbanóanyag töltet robbanásának hatására - idézhető elő.(18) Viszonylag nagy detonációsebességük és a robbanásuk során keletkező jelentős mennyiségű (térfogatú) gázképződés miatt az ipari és a katonai gyakorlatban kiemelt jelentőséggel bírnak.

A ballisztikus robbanóanyagok (lőporok) olyan tolóhatású robbanóanyagok, amelyeknek stabil és gyors az égése, de ez az égés általában nem megy át detonációba (az anyag csak explodál). Elsősorban lőfegyverek, lőpor-hajtóművek céljára, valamint speciális bányászati tevékenységre (pl. márványbánya) használatosak.(18)

Összefoglalásként elmondhatjuk, hogy a robbanás jelenségét vizsgáló, elsősorban katonai szakemberek, a XVIII-XIX században már pontosnak mondható ismeretekkel rendelkeztek ennek a nagyon gyors kémiai reakciónak

minden fontos jellemzőjéről (Ausztriában már 1884-1885-ben gyorsfényképező kamerát használt a ballisztikai kutatásokhoz Eugene Mach és P. Salher – 21). A robbanóanyag fogalmának megadása a XIX. század katonai robbantási szabályaiban nagyon hasonló, néhány kisebb pontatlanságtól eltekintve, melyre a cikk során felhívtuk a figyelmet.

Felhasznált irodalom

1. Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához - fordítás (Pallas Irodalmi és Nyomdai Rt., Budapest, 1899.)
2. E-23. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utászai számára (Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1902.)¹²
3. Schaffer Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve (Pallas Rt., Budapest, 1903.)
4. Arday Géza m. kir. honvédszázados: A lőpor és robbanó anyagok technológiája és történeti fejlődése (Szent Erzsébet Nyomda Részvénytársaság, Kassa, 1910.)
5. H-26. Technischer Unnterricht für die k.u.k. Sappeur-Pionier truppe. Teil; Sprengvorschrift (Aus der Druckerei des k.u.k. Kriegsministeriums, Wien, 1915.)¹³
6. E-39,b. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság számára - tervezet (Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1915.)¹⁴
7. 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.)
8. E-32 (Műsz. okt.): Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára + Ábrafüzet (M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1926.)
9. Schmoll Endre: Haditechnikai ismeretek I. kötet (A szerző kiadása, Budapest, 1929.)
10. Schmoll Endre: Haditechnikai ismeretek III. kötet (M. kir. bpesti honv. tiszti szabályzatismertető tanf., 1933.)
11. Robbantási segédlet (Honvédelmi minisztérium, Budapest, 1950.)

¹² 1902. évi 2388/eln. körrendelet, április 7)

¹³ Az utasításnak 1918-as (a jelzettel megegyező tartalmú) utánnyomása is fellelhető a könyvtárakban

¹⁴ 1915. évi 3019/eln. körrendelet

- 12.E-mű.1. Ideiglenes robbantási utasítás (Honvédelmi minisztérium, Budapest, 1950.)
- 13.Mű/2. Robbantási utasítás (Honvédelmi minisztérium, Budapest, 1965.)
- 14.Mű/213. Robbantási utasítás (Honvédelmi minisztérium, Budapest, 1971.)
- 15.F-103. Utasítás a lövészer, robbanóanyagok, lőporok és gyújtószerkezetek kezelésére, raktárolására és megvizsgálására (Pallas nyomda, Budapest, 1924. évi utánnyomás)
- 16.Robbantások (Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1953.)
- 17.Andrejev K. K.- Beljajev A. F.: A robbanó anyagok elmélete (Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1965.)
- 18.Dr. Bohus G.- Horváth L.- Papp J.: Ipari robbantástechnika (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.)
- 19.Bassa R.- Dr. Kun L.: Robbantástechnikai kézikönyv (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.)
- 20.J. Köhler – R. Meyer: Explosives – Fourth, revised and extended edition (VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, Federal Republic of Germany, 1993.)
- 21.TM 9-1300-214 Military explosives technical Manual (Headquarters, Department of the Army, Washington DC, USA, 1984.)
- 22.Dr. Lukács László: A katonai robbantástechnika és a környezetvédelem - egyetemi jegyzet = ZMNE¹⁵ Hadtudományi kar, Műszaki harcászati-hadműveleti tanszék, Budapest, 1997.

¹⁵ ZMNE - Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem