

A ROBBANÓANYAGOK KIALAKULÁSÁNAK RÖVID TÖRTÉNETE¹

*Dr. Lukács László, a hadtudomány kandidátusa
egyetemi tanár²*

A következőkben röviden áttekintjük a robbanóanyagok kialakulását. Tesszük ezt azért, mert mint látni fogjuk, a jelenleg is alkalmazott robbanóanyagok döntő többségét már elég régóta ismeri az ember, és a későbbiekben azt tapasztaljuk, hogy a mai napig ezen robbanóanyagokat használjuk akár önállóan, akár egy „új” robbanóanyag alkotórészeként, a katonai és az ipari gyakorlatban egyaránt.

A salétromból, kénből és faszénből előállított **fekete lőport, I.e. 700 körül** Kínában fedezték fel, de a „barbár” Keleten ennek ellenére évszázadokig csak tűzijátékként alkalmazta ezt a stratégiai fontosságú találmányt. **1000 körül alkalmazták a Távols-Keleten először katonai célra, 1200 körül** pedig már az **arabok** is harcoltak vele. **Európában a XIV. század elején** kezdték először **lőfegyverekben** használni. A különböző szakirodalmi utalások szerint a kétes dicsőségen többen is osztoznának. Állítólak **1249-ben Roger Bacon** angol szerzetes „találta fel” számunkra a lőport, és erről egy titkos levélben tájékoztatta a pápát is (7 rész salétrom, 4-4 rész faszén és kén). Ugyanakkor téves az az elterjedt vélemény, hogy **Schwartz Berthold** német ferences-rendi szerzetes lenne az európai lőpor atyja, hiszen ő a XIV. század második felében élt.³ Neve inkább a lőpor lőfegyverekben való elterjesztésével hozható összefüggésbe. **1275 körül Graecus Marcus, 1300-ban** pedig **Magnus Albertus**, Bacon-nal szemben a salétrom, faszén és kén keverését már 6:2:1

¹ A Robbantástechnika 29. szám, 2008. április (HU ISSN 1788-5671) számban megjelent publikáció (pp. 30-36), másodközlése

² Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Műszaki és Katasztrófavédelmi Tanszék

³ A Magyar Nagylexikon 3. kötete szerint (Akadémiai Kiadó, Bp.1994.) tévesen, mert Berthold a XIV. század második felében élt, míg a korabeli feljegyzések szerint a puska európai felfedezésének időpontja 1326. (719. old.)

arányban javasolja (5). **1326-ban, Angliában** alkalmazták először kontinensünkön **ágyúba a puskaport**, 1346-ból írásos feljegyzések maradtak a Cressy-i csatában való szintén ágyús használatról. Németországban és Franciaországban csak 1380 után kezdték a „lövőfegyvereket” használni, minthogy a „lovagias érzék és vallásos buzgóság” ebben az időben nem tudott velük megbarátkozni (1).

A korábbi **földalatti aknaharc, lőporral kombinált alkalmazására először 1403-ban** került sor, mikor a Pisa és Firenze közötti háborúban, **Pisa várának** falait, az alájuk ásott alagútban elhelyezett lőpor töltettel röpítették a levegőbe. A tervezésnél közreműködött az ostromló Ludovico Sforza herceg katonai-műszaki szakértője is, Leonardo da Vinci...1441-ben Belgrád várát szintén a falak lőporral történő felrobbantása után tudták elfoglalni, és 1597-ben Pálffy Miklós és Prestyánszky Tata várát, 1598-ban pedig Pálffy és Schwarzenberg Győr várát úgy vették be, hogy a kapukat petárdákkal szétrombolták, és a meglepett őrséget leverték. (7). Még egy utolsó adalék európai „kultúrtörténelmünkhöz”: **1605. november 5-én, Londonban** pokolgépes merénylet előkészületét leplezték le: a katolikus lázadók **Guy Fawkes** vezetésével 1632 kg fekete lőport akartak becsempészni a Parlament pincéjébe, így akarván felrobbantani a protestáns I. Jakab királyt. A terv, árulás miatt meghiúsult, a bűnösöket a kor törvényei szerint elítélték és kivégezték. A fekete lőpor első ipari felhasználására viszont csak **1627-ben** került sor **Selmecbányán** (Szelakna, Felső Biber táró), **Weindl Gáspár** tiroli bányamester híres robbantásánál.

A fekete lőpor gyártását természetesen folyamatosan fejlesztették az idők során. **1777-1778** között **Lavoisier** folytatott kísérleteket, majd megjelent a **Berthollet keverék**, mely 16 rész salétromot, 1 rész kén és 3 rész faszenet tartalmazott. Az **1882-es Rottweil puskaporban** 77 rész salétrom és 3 rész kén mellett, 20 rész rozsszalma-szén volt.

A XIX. században a robbanóanyagok feltalálása terén is hatalmas ugrást figyelhetünk meg. A német Christian Friedrich **Schönbein 1846-ban** felfedezi a **nitrocellulózt**, Ascanio **Sobrero**, olasz fizikus és gyógyszerész pedig a **nitroglicerint**. Utóbbi szív-gyógyszer kutatása során jutott a felfedezésre, egy robbanástól maga is megsebesült az arcán, és ezt követően mindenkit óvott találmánya alkalmazásától.

1853-ban egy orosz katonatiszt, **V. F. Petrushevski** a nitroglicerint magnéziummal abszorbeálta, és az így nyert robbanóanyagot, mint a dinamit előfutárát a szibériai aranybányákban alkalmazták (5). Alfred **Nobel 1867-ben** kovafölddel itatja fel a gyakorlatilag addig szinte használhatatlan nitroglicerint. Az így nyert ún. **gurdinamitot** a dinamitféleségek egész sora követi. A **robbanó zselatint** szintén **Nobel** állította elő először **1875-ben**, nitroglicerinnel és nitrocellulózzal alkalmazásával.

A **füstnélküli lőpor** feltalálója, a francia **Paul Vieille 1884-ben** állítja elő az első tiszta, katonai lőfegyverekben alkalmazható nitrocellulózzal készített lőport (a francia hadsereg 1866-ban rendszeresíti), míg **Nobel 1888-ban** szabadalmaztatja az első kétbázisú nitroglicerines lőport, a **ballistit** előállítását. Az angolok sem akartak lemaradni, és **dr. W. Kellner** 1888-1889-ben előállította a második kétbázisú füstnélküli lőport, melyet **F. Abel** és **Sir James Dewar** szabadalmaztatott **cordit** néven⁴ (5).

A **pikrinsavat** **Pierre Woulfe** francia vegyész állította elő először **1771-ben**, de sokáig csak selyem és gyapjú festésére használták (néha kissé zajos sikerrel). Mint robbanóanyagot **1867-ben Borlinetto** ajánlotta, majd **1871-ben** Herman **Sprengel** német vegyész ismerteti a felhasználás konkrét lehetőségeit. Ezzel megteremtődnek a lehetőségek, hogy **1887-ben** a francia **Eugen Turpin** bemutassa a pikrinsav-collodium bázisú **melinitet** (a francia hadsereg rendszeresítette a Turpin-féle, pikrinsavas robbanóanyag töltetű tüzérségi lőszeret). Ezt követően sorban jelentek meg az egyes országokban a

⁴ A brit hadsereg Cordite Mark I, másként CSP (cordite smokeless powder) néven rendszeresítette

pikrinsavas katonai robbanóanyagok, úgy mint az angol **lyddite**, az orosz **silotwor**, az Osztrák Magyar Monarchiában az **ekrazit**, a japán **simoze** és a német **sprengkorper**. Ugyancsak Franciaországban kezdték gyártani **1917-ben** a **melinit-TNT** keverék robbanóanyagot.

A **trinitrotoluolt (trotil, TNT)**⁵, mint robbanóanyagot a német **C. Haussermann** vezette be **1891-ben** (első előállítás **1863-ban** történt és a német kémikus, **J. Wilbrand** nevéhez fűződik, de ezt az anyagot is hosszú éveken keresztül csak a festőipar használta). A német hadiipar 1902-ben kezdte alkalmazni nagyhatóerejű aknagránátok töltésére, az 1905-ös orosz-japán háborúban használták először katonai célra, az USA 1912-ben kezdte meg katonai felhasználását, az I. világháborúban pedig, már mindegyik hadviselő fél rendszeresített robbanóanyaga volt. Az igényeket a gyártás nem tudta követni, ezért a lőszerekben ammónium nitráttal kevert változatát, az **amatolt** használták, melyet **1915-ben** fejlesztettek ki Angliában.

Ehhez természetesen **Favier-nek** fel kellett találnia az **ammónium-nitrátos robbanóanyagokat 1884-ben**. Magát az **ammónium nitrátot J. R. Glauber** német kémikus szintetizálta először, még **1654-ben** (5).

Az **alumínium porral érzékenyített robbanóanyag** alkalmazását a német **R. Escales** javasolta **1899-ben**, **G. Roth** szabadalma nyomán. Az első ilyen robbanóanyag az **ammonal** volt, mely az ammóniumnitrát mellett faszenet és alumínium port tartalmazott. Ausztriában, **1917-ben** fejlesztette ki **R. Forg** az **ammonal T** robbanóanyagot (TNT, alumínium és ammónium nitrát keverék), melyet elsősorban víz alatti robbantásokhoz és torpedófejek tölteteként alkalmaztak. (5)

A **durranóhigany** felfedezését **1630 körüli** időpontban határolják be, és a holland **van Drobbelnek** tulajdonítják. Érdekesség, hogy csak a brit **Edward Howard 1799-es** „újra feltalálása” (mely egy tévedésen alapuló véletlen műve

⁵ ismert még trinitrotoluene megnevezése is

volt) után került tényleges hasznosításra. **Primer robbanóanyagként** való hasznosítását a skót **Alexander J Forsyth** szabadalmaztatta **1807-ben** (5).

Hasonló sors jutott a **trizinátnak (TNRSZ)** is: az alapjául szolgáló **sztifninsavat** először **1808-ban** állította elő **Chevreuil**, de csak a **trinitro-rezorcin 1871-es előállítása** (és a sztifninsavval való azonosságának bizonyítása) után kerülhetett sor ezek ólom-sójaként, a ma is nagy mennyiségben gyártott robbanóanyag létrehozására.

Tollens 1891-ben fedezte fel a **nitropentát (PETN⁶)**.

Az **ólomazidot Curtius** állította elő először, szintén **1891-ben. Gyutacsban** való használatát **A. A. Solonina** orosz ezredes javasolta **1906-ban** a durranóhigany helyett, a **tényleges gyártás 1908-ban** kezdődik.

A folyékony oxigén robbanóanyagot (LOX)⁷ a német **Karl. P. G. von Linde** vezette be **1895-ben**. Rendszeresítve volt az I. világháború alatt a német, valamint az Osztrák-Magyar Monarchia hadseregében, de az USA-ban a Közép-Nyugat külszíni bányáiban egészen az 1950-es évekig használták. (5)

A **tetrilt Michler és Meyer** már **1879-ben** ismerték Németországban, de csak az I. világháborúban nyert széleskörű alkalmazást (Németországban 1906-ban, Oroszországban 1910-ben kezdték meg folyamatos gyártását).

A német Hans **Henning 1899-ben**, gyógyszer kutatás során fedezi fel a **hexogént**, de **robbanóanyagként** csak **1920-ban szabadalmaztatja**, az ugyancsak német **E. von Herz**. Tömeges felhasználására csak a II. világháborúban került sor.

Az **RDX-ként** is ismert hexogént Angliában **Royal Demolition eXplosive**, az USA-ban és Kanadában **Research Department eXplosive**, Olaszországban **T4** néven ismerik, de **Cyclonit** néven is forgalmazzák. Bár előállítási költsége igen magas (az egyébként nem olcsó TNT 2-4-szerese), ma mégis az egyik legfontosabb katonai robbanóanyag. Alapanyaga a préselt **Composition A, A-2**,

⁶ Pentaeritritol-tetranitrát; ismert még Pertitrit és corpent néven is

⁷ Liquid Oxigene eXplosive

A-3, A-4 robbanóanyag családnak, a bombák és lőszerkeik töltésére szolgáló, általában trotilal elegyített **Composition B**⁸, **B-2, B-3, B-4** sorozatnak, és (ugyancsak trotilal keverve) a plasztikus robbanóanyag családnak, a **Composition C, C-2, C-3 és C-4**⁹-nek. Ugyancsak RDX-TNT keverék a repeszbombák töltésére használt **Ciklotol**, a mélyvízi bombák robbanóanyaga a **DBX (Depth Bomb eXplosive)**, de a Pardubicében gyártott cseh katonai plasztikus robbanóanyag, a **SEMTEX-1H** is mintegy 50 %-ban hexogént tartalmaz, a nitropenta mellett. Mélyvízi bombák, torpedók, rakéták harci részét töltik a **HBX-1 (High Brissance eXplosive)**, robbanóanyaggal (40% RDX, 38 % TNT). Gyújtószerkezetek, víz alatti robbantások harci töltete a **HBX-3**, másként **TORPEX** (31% RDX, 29 % TNT). Harckocsi aknában alkalmazzák és az egyik legjobb légi robbantásokhoz alkalmazandó robbanóanyagként ismert a **HBX-6**, másként **H-6** (45 % RDX, 30 % TNT) keveréket. Nagy hatóerejű töltetekbe használják a **HTA-3**¹⁰ robbanóanyagot (49 % RDX, 29 % TNT). (1; 2; 3; 4). Amerikában, **1941-ben** a Cyclonit gyártás melléktermékeként állította elő **Bachmann** a **HMX**¹¹ néven is ismert **oktogént**¹² mely kémiai összetételében hasonló az RDX-hez, de robbanási tulajdonságaiban felülmúlja azt. **1952-ban** fejlesztették ki Amerikában¹³ a 70/30, illetve 75/25 százalékban HMX-et, illetve TNT-t tartalmazó **oktol**-t. **1952-ben** fejlesztette ki a Los Alamos Scientific Laboratories (USA) az első polimer kötésű robbanóanyagot (**PBX**¹⁴).

Charles A. Wurtz 1859-ben fedezte fel az **etilén oxidot** és az etilén glykolt. Egy évszázaddal később az etilén oxidot az USA alkalmazta a **FAE-lőszerkeik (Fuel-Air Explosives)**¹⁵ kifejlesztésénél.

⁸ A II. világháború alatt, 1943-tól az amerikai légierőnél a légibombák mintegy 40 %-át ezzel a robbanóanyaggal töltötték. (30)

⁹ A C-4 plasztikus robbanóanyagot K. G. Ottoson (Picatinny Arsenal) fejlesztette ki 1946-1949 között

¹⁰ High Temperature Explosive - 1958-ban fejlesztik ki a Picatinny Arsenal-nál

¹¹ High Melting point eXplosive (magas olvadáspontú robbanóanyag), de ismert Her Majesty's eXplosive néven is

¹² ciklotetrametilén-tetranitramin (C₄H₈N₈O₈)

¹³ Northern Corporation

¹⁴ Polimer Bonded eXplosive

¹⁵ Használják a FAX (fuelair explosives) kifejezést is

Az USA-ban az 1920-as évektől folyt fejlesztő munka egy közel hexogén hatóerejű, de a fizikai hatásokkal szemben annál érzéketlenebb katonai robbanóanyag kifejlesztésére. A siker **1935-ben** született meg, amikor **dr. George C. Hale** felfedezte az **EDNA**¹⁶ (másként **haleite**) nevű robbanóanyagot. Egyben ez volt az első önálló amerikai fejlesztésű robbanóanyag.

1937-ben, Angliában fejlesztették ki a **baratolt**, bárium nitrát és TNT összetevőkkel. Tömeges felhasználására a II. világháborúban került sor. (5)

1945-ben mutatták be Amerikában, az **L. H. Eriksen** és **J. W. Rowan** által kifejlesztett, elsősorban aknamentesítésre javasolt folyékony robbanóanyagot, a **PLX**¹⁷-et. Hasonló robbanóanyagot **Myrol** néven már használt aknamentesítésre a német hadsereg, a II. világháború alatt. (5)

Az **ammóniumnitrát-dízel olaj keverék robbanóanyag** felfedezése, az Amerikai Egyesült Államokban (Texas-City)¹⁸, illetve Franciaországban (Brest)¹⁹ tengeri kikötőiben, **1947-ben** bekövetkezett két hatalmas robbanáshoz kapcsolódik. Mindkétszer az európai újjáépítéshez szállítandó ammóniumnitrát műtrágya robbant fel, a tároló papírzsákok meggyulladására következtében. A vizsgálatok kiderítették, hogy az erősen higroszkopikus ammóniumnitráthoz, a tengeri szállítás során a nedvességtől való megóvása érdekében, mintegy 0.8-1.0 %, paraffinból és petróleumszármazékból álló adalékanyagot keverték. Az összesen több, mint 6000 t „műtrágya” ilyen módon való felrobbanása igencsak felkeltette a robbanóanyag-ipari szakemberek figyelmét, és ennek eredményeként született meg az Európában **ANDO**²⁰, Amerikában pedig **ANFO**²¹ néven ismert – elsősorban ipari felhasználású – robbanóanyag, mely alapváltozatában 94 % ammóniumnitrátból és 6% gázolajból készül, akár a robbantás helyszínén történő összekeveréssel. (6)

¹⁶ Etilén-dinitramin

¹⁷ Picatinny Liquid Explosive – 95 % nitrometán és 5 % etilén-dinitramin keveréke

¹⁸ Az 1947. április 16-án és 17-én, az SS Grandchamp és az SS Highflyer fedélzetein bekövetkezett robbanások 567 ember életét követelték

¹⁹ 1947 július 28-án, az SS Ocean Liberty robbant fel

²⁰ Ammóniumnitrát + „diesel oil”

²¹ Ammóniumnitrát + „fuel oil” – a gázolaj elnevezése az USA-ban

Az ipari robbanóanyagok fejlődésének második szakasza, a **robbanózagy** **1958-as** felfedezésével kezdődött (**Melvin A. Cook** és **H. E. Farnham**). A robbanózagyok elsősorban ammóniumnitrát és más nitrátok vizes oldatai, égő anyagokkal (alumíniumpor, glikol, stb.) és érzékenyítő anyagokkal (TNT, nitropenta, hexogén) keverve. Töltényezhetők és helyszínen bekeverhetők, tartálykocsiból a fúrólyukba szivattyúzhatók. Hatóerejük 3-6-szorosa az ANDO/ANFO-énak. További nagy előnyük az ANDO-val szemben, hogy vizes fúrólyukakba is tölthetők, de csak + 4 °C-ig működnek megbízhatóan, az alatt megdermednek és bizonytalanul detonálnak. (5; 6; 8)

Az ipari robbanóanyagok fejlődésének harmadik szakaszát az **emulziós robbanóanyagok** megjelenése jelentette. Az emulziós robbanóanyagok története **1964-ben**, az Egyesült Államokban kezdődött, amikor **R. S. Egly** és **A. E. Neckar** kidolgozta az első emulziósnak nevezett robbanóanyagot. **1965-ben N. F. Gehrig** elsőként használt emulgeálószerként szorbitol-mono-oleátot, míg az első, gyakorlatban is hasznosítható, stabil emulziós robbanóanyag kidolgozása **H. F. Bluhm** nevéhez fűződik (a robbanóanyag kereskedelmi neve **Aquaram**, míg az alumíniumporral érzékenyített robbanóanyag neve **Aquanal** volt). **C. G. Wade** dolgozta ki az első **gyutacsérzékeny emulziós robbanóanyag** előállítási technológiáját **1978-ban**, és az emulziós robbanóanyagok világsikere megkezdődött. (9) Az igazi fellendülést az 1980-as évek elején lehetett megfigyelni. Ezt bizonyítja az a tény, hogy az emulziós robbanóanyagokkal kapcsolatban 1969-1983 között benyújtott több, mint 70 szabadalomtól 40-nél többet 1981 és 1983 között jegyezték be. (6)

A **hőálló robbanóanyagok** kifejlesztésének úttörője az amerikai **Shipp** volt, aki **1966-ban** fedezte fel a **hexanitrostilben-t (HNS)**. **1978-ban** fejlesztette ki **Atkins** és **Norris** a **triamino-trinitrobenzen-t (TATB)**.

Az **1980-as években** figyeltek fel arra, hogy az **octa-nitrocubén** ($C_8N_8O_{16}$), vagy **ONC** kocka-szerkezete a nagy sűrűség és a felszabaduló hő

miatt rendkívül hatékony robbanóanyaggá válhat. „1999-ben EATON szintetizálta először a Chicago-i Egyetemen kis mennyiségben, nagymérvű tesztelésre nem volt elegendő. Rendkívül stabil, akár kalapáccsal is üthető, a detonáció-sebessége pedig figyelemre méltó: 10100 m/s! Az ONC egyáltalán nem tartalmaz hidrogént, ezért rakéták és speciális bombák hajtóanyagaként nem hagy gőzcsíkot, nyomot, ezért nehéz azokat detektálni és nyomon követni. Habár az előállítás bonyolult és drága, a hatékonyságát összehasonlítva más robbanóanyagokkal megfigyelhető, hogy talán napjaink egyik csúcskategóriás robbanóanyaga lehet.” (12)

Felhasznált irodalom:

1. Schaffer Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve (Pallas Rt., Budapest, 1903.)
2. Arday Géza m. kir. honvédszázados: A lőpor és robbanó anyagok technológiája és történeti fejlődése (Szent Erzsébet Nyomda Részvénytársaság, Kassa, 1910.)
3. Dr. Bohus G.- Horváth L.- Papp J.: Ipari robbantástechnika (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.)
4. Bassa R.- Dr. Kun L.: Robbantástechnikai kézikönyv (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.)
5. TM 9-1300-214 Military explosives technical Manual (Headquarters, Department of the Army, Washington DC, USA, 1984.)
6. Baron V. L.- Kantor B. H.: Tyehnyika i tyehnologija vzrивnih rabot v SzSA (A robbantási munkák technikája és technológiája az USA-ban) (Nyedra, Moszkva, 1989.)
7. Dr. Lukács László: Kis akna-történelem (Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények 6. évf. 3. szám, 2002.)
8. Dr. Földesi János: Robbanó emulziók és emulziókkal végzett külszíni robbantások tapasztalatai (MH SZCSP Műszaki Főnöksége továbbképzésére készített előadás, Baja, 1993.)
9. Tóth József: Az emulziós robbanóanyagok története és katonai alkalmazhatóságuk lehetőségei (Robbantástechnika 28. szám, 2007. december, pp. 38-47.)

- 10.Dr. Lukács László: A robbanóanyagok történetéről (Új Honvédségi Szemle, 1996/11.)
- 11.Dr. Lukács László: A katonai robbantástechnika és a környezetvédelem - egyetemi jegyzet (ZMNE²² Hadtudományi kar, Műszaki harcászati-hadműveleti tanszék, Budapest, 1997.)
- 12.Dr. Kovács Zoltán: Speciális katonai robbanóanyagok (előadás a Szlovák Robbantástechnikai Egyesület nemzetközi konferenciáján, Stará Lesná, 2008. május 29-30. - megjelent a konferencia kiadványában; másodközlés Robbantástechnika 29. szám, 2008. április)

²² ZMNE - Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem