

Tótok Dávid István¹ 

A II. világháborús általános felhasználású brit légibombák fajtái és adatai

Types and Technical Specifications of British General Purpose Aerial Bombs Used During World War II

A II. világháborúban alkalmazott, brit gyártmányú, általános felhasználású légibombák számos olyan műszaki és haditechnikai jellemzővel rendelkeztek, amelyek ismerete ma is fontos a tűzszerészeti tevékenység szempontjából. A 40 és 4000 font közötti brit légibombák tömegének vizsgálata lehetőséget ad a bombatípusok szerkezeti sajátosságainak, robbanóanyag-felhasználásának és gyújtószerkezeteinek elemzésére. A tanulmány érinti néhány ritkábban alkalmazott robbanóanyag – például az amatex, a Composition Exploding (C.E.) vagy az ASA-keverék – szerepét, valamint ismerteti a fokozott kockázatú indítószerkezetek felépítését és működését. A szerző célja, hogy hozzájáruljon a tűzszerész szakállomány alapvető ismereteinek bővítéséhez, különös tekintettel a brit eredetű, II. világháborús robbanótestek felismerésére és műszaki értelmezésére.

Kulcsszavak: brit GP-bombák, II. világháború, robbanóanyag-típusok, gyújtószerkezetek, tűzszerészeti ismeretek

The British manufactured general purpose aerial bombs used during World War II possessed several technical and military-engineering characteristics that remain relevant for modern explosive ordnance disposal activities. An analysis of the weight of British aerial bombs, ranging from 40 to 4,000 pounds, provides an opportunity to analyse the structural characteristics of bomb types, the use of explosives and the firing mechanisms. The study also touches upon less commonly used explosive materials – such as Amatex, Composition Exploding (C.E.), and the A.S.A. mixture – and presents the design and operation of high-risk initiation systems. The author's aim is to support the development of essential knowledge among EOD personnel, with particular focus on the identification and technical interpretation of British origin explosive ordnance from the Second World War.

¹ Tűzszerész századparancsnok-helyettes, e-mail: david.totok23@gmail.com

Keywords: *British GP bombs, World War II, explosive compositions, fuse mechanisms, EOD knowledge*

Bevezetés

Az alábbiakban összegzem a Brit Királyi Légierő (Royal Air Force – RAF) által a II. világháborúban alkalmazott általános felhasználású (*general purpose* vagy GP-) bombák műszaki jellemzőit, célba juttatásuk módszereit, valamint ezek stratégiai jelentőségét. A GP-bombák alapvetően két csoportra oszthatók származásuk szerint: a brit haderő által alkalmazott, illetve az Amerikai Egyesült Államok (United States of America, a továbbiakban: USA) által kifejlesztett típusokra. Mindkét ország közösen használja a GP megnevezést. A robbanótestek és gyújtószerkezetek elnevezésében az Egyesült Államok az AN–M jelölést alkalmazza, amely az Army-Navy (hadsereg-haditengerészet) együttműködésből ered. Az „M” betű az adott eszköz haditechnikai mintaszámát jelzi, amely valamennyi amerikai hadfelszerelésre jellemző rendszerben szerepel (például: AN–M64). Ezzel szemben a brit hadsereg a gyújtószerkezeteket a „No.” (Number – szám) és az „Mk” (Mark – jelölés vagy változat) kombinációjával azonosítja (például: No. 16 Mk I orrgyújtószerkezet). Ez a két forma nagyvonalakban különbözteti meg a nemzetiségek közti típusszámot, logisztikai hátteret. Tudományos munkám célja, hogy a II. világháborús, általános felhasználású brit légibombák fajtáit és műszaki adatait rendszerezetten bemutassam, ezzel is támogatva a tüzserész katonák szakfelkészítését.

Robbanóanyagukat tekintve a folyamatos fejlődési kényszer ösztönözte a hadiipart, hogy egyfelől effektívebb teljesítményt idézzon elő a bombák pusztító sugara, másfelől, hogy gazdasági hatása ne legyen túlságosan megterhelő, hiszen alkalmazásukkor az alkalmazó országoknak számításba kellett venniük az úgynevezett *high-payoff target*² elvet, hogy minél kevesebb anyagi ráfordítással minél nagyobb kárt okozzanak.

Típusok és tömegskála (40 fontostól a 4000 fontosig)

A GP-bombák jellemzően vastag falú kialakításúak, tömegük a 40 fontostól³ egészen a 4000 fontos típusokig terjed. Robusztus szerkezetüknek köszönhetően rendkívül sokoldalúan alkalmazhatók: a kisebb tömegűeket elsősorban élőerő elleni bevetésekhez, míg a nagyobb tömegű változatokat általános célú bombázások során vetették be.⁴

² *High-payoff target* (HPT) – magyarra fordítva nincs referenciaértéke, jelentése: egy olyan célpont, amely az ellenség számára kiemelt fontosságú, és annak megsemmisítése komoly előnyt biztosíthat a támadó fél számára, például kiemelt létesítmények, fontos személyek, felszerelés, katonai csoportok. *Joint Publication 3-60. Joint Targeting* 2013.

³ Az angolszász mértékegységrendszerben 1 font (pound, rövidítve lb) megközelítőleg 0,4536 kilogrammnak felel meg.

⁴ U.S. Department of the Army 1955.

A korai típusú általános felhasználású bombák központi csővel (*central exploder tube*) rendelkeztek, amely a gyújtási lánc elemeit – például a detonátort és az erősítő töltetet – foglalta magában. A későbbi típusoknál ezt a megoldást fokozatosan felváltotta az orrban, illetve a fenékrészben elhelyezett gyújtószerkezetek rendszere, lehetővé téve a különböző bevetési igényekhez való rugalmas alkalmazkodást. A gyújtószerkezetek elhelyezkedése (orr, fenék vagy mindkét vég) az alkalmazás taktikai és technikai követelményeitől függ. Az orr-részbe szerelt gyújtószerkezetek jellemzően azonnali működésű, pillanatcsapódó (*instantaneous impact*) típusok, míg a fenékrészbe szereltek általában késleltetett működésűek (állandó pirotechnikai vagy vegyi hosszú késleltetés), amelyek célja a robbanás optimális időzítése például földre hatolás után. Amennyiben a bomba mindkét végére gyújtószerkezetet szereltek, az orr-részbe szerelt gyújtószerkezet rendszerint elsőként lép működésbe, mivel a pillanatcsapódó típusú gyújtószerkezet hamarabb működik el. A bombák gyárilag jellemzően a fenékrészben kialakított gyújtófészekkel (*tail fuze cavity* vagy *tail fuze seat*) készülnek, azonban a konkrét gyújtószerkezeteket – az alkalmazási követelmények figyelembevételével – csak a bevetést megelőzően szereli be az erre kiképzett személyzet.

A GP-bombák szerkezete jellemzően áramvonalas öntöttacél testtel készül, és a fenékrészkön kialakított, kinyúló típusú zárólemezzel (*male base plate*) rendelkeznek. A logisztikai kezelés – tárolás és szállítás – megkönnyítése érdekében a bombákhoz olyan szállítóalap (*shipping base*) tartozik, amelynek átmérője megegyezik a bombatest legnagyobb átmérőjével, így biztosítva a stabilitást és a kompatibilitást a szabványos tároló- és rögzítőeszközökkel. Az 1000 font alatti bombatípusokat jellemzően egyszerű kapcsos (*clip-on*) felfüggesztőszemmel látják el a fenékrészen, míg az 1000 fontnál nagyobb tömegű bombák esetében a hátsó stabilizátort (*tail unit*) menetes vagy szárnyas csavaros (*wing nut*) rögzítéssel erősítik a bombatestre, figyelembe véve a fokozott szerkezeti terhelést és a biztonságos repülési stabilitást.⁵

Robbanóanyag tölteteként jellemzően változó arányban kevert amatolt használtak, ugyanakkor előfordult, hogy csak TNT-vel töltötték. A robbanóanyag-töltet aránya a teljes bomba tömegéhez viszonyítva általában 17–33% között változott, a konkrét típustól és a felhasználási céltól függően. Az orr-résznél vastagított kialakítás miatt ez az arány a legtöbb GP-bombánál a robbanótest alsó részében helyezkedett el, elsősorban a szerkezeti integritás és a célzott repeszhatás biztosítása érdekében.

A bombák külső felületének festése a gyártás és az alkalmazás időszakától függően változott. A háború korai szakaszában, különösen az Mk I–III típusok esetében előfordult, hogy a bombatestet teljes egészében sárgára festették, ami a robbanóanyag-töltetet jelezte. Később ezt a festési sémát sötétzöld (*service green*) alapszín váltotta fel, elsősorban álcázási célból. Az orr-részen elhelyezett 1/2 hüvelyk (12,7 mm) széles vörös sáv azt jelezte, hogy a bomba éles robbanóanyag-töltettel van ellátva. A bombatest középső részén gyakran egy 1 hüvelyk (25,4 mm) széles világoszöld sáv is megjelent, amely az alkalmazott robbanóanyag-töltet típusára vagy a bomba szerkezeti elrendezésére – például az átvivőtöltet meglétére – utalt, de nem azonosította konkrétan a robbanóanyag pontos összetételét. A töltet fajtáját, a gyártás

⁵ DARUKA 2014: 80–81.

idejét és az egyéb technikai adatokat stencillel festett feliratok jelezték a bombatest felületén, jellemzően fehér vagy sárga színnel.⁶

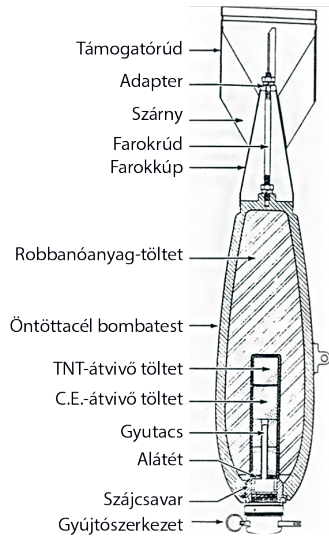
Brit GP-bombák, robbanóanyag-felhasználásuk, gyújtószerkezetük

40 fontos brit GP-bomba (GP 40 lb, Mark I–IV)

1. táblázat: A 40 fontos brit GP-bomba (GP 40 lb, Mark I–IV) adatai

Gyújtószerkezetek	No. 29, 34, 38 vagy 45 „orr-indítószervezet”; ⁷ No. 873 orggyújtó
Színjelölései	Sötétzöld alapszín; vörös és világoszöld sávokkal
Teljes hossz	27,25 hüvelyk (692,15 mm)
A bombatest hossza	15,9 hüvelyk (403,86 mm)
A bombatest keresztmetszete	5,05 hüvelyk (128,27 mm)
Falvastagság	0,47 hüvelyk (~12 mm)
Teljes tömeg	38,5 font (~17,5 kg) (Mk III)
Töltet/tömeg aránya	17%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952



1. ábra: 40 fontos brit GP-bomba (GP 40 lb, Mark I–IV)

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

⁶ U.S. Department of the Army 1952.
⁷ A brit terminológia megkülönbözteti a *nose pistol* és a *nose fuze* kifejezéseket. A *nose pistol* egy olyan mechanikus „indítószervezet”, amely önmagában nem tartalmazza a teljes gyújtási láncot, azaz a gyutacsot és a detonátort külön kellett beszerezni, jellemzően vetés előtt. Ezzel szemben a *nose fuze* már egy komplett gyújtószerkezet, amely tartalmazza a gyutacsot és a detonátort is, így külön előkészítés nélkül, egységként volt alkalmazható.

Robbanóanyag-tartalom:

- A gyújtószerkezet tartalmazza: csappantyú, gyutacs (egy úgynevezett ASA-keverék⁸), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Az átvivőtöltet tartalmazza: 40 gramm TNT, valamint 124 gramm paraffinozott filces alátét segítségével rögzített, úgynevezett C.E. robbanóanyag-keveréket.⁹

A robbanóanyag töltete:

- Mk I esetében: 2,85 kilogramm 80/20 arányban kevert amatol (ammónium-nitrát és TNT keveréke);
- Mk II esetében: 2,95 kilogramm TNT vagy 3 kilogramm 60/40 arányban kevert hexogén és TNT keverék;
- Mk III esetében: 2,95 kilogramm 60/40 arányban kevert amatol vagy szintén 60/40 arányban RDX/TNT keverék;
- A Mk IV változatához alkalmazott gyújtószerkezetet úgy módosították, hogy abba csak C.E. pelletet tartalmazó átvivőtöltetek kerültek, valamint a szerkezetet egy speciálisan kialakított, késleltetett működésű fenékgyújtó-szerkezettel látták el.¹⁰

250 fontos brit GP-bomba (GP 250 lb, Mark I-III)

2. táblázat: A 250 fontos brit GP-bomba (GP 250 lb, Mark I-III) adatai

Gyújtószerkezetek	No. 19 orr-indítószerkezet (<i>nose pistol</i>); No. 17 vagy 22 fenék-indítószerkezet
Színjelölései	Sárga alapszín (eredeti szabvány); orr-részen 1/2 hüvelyk vörös sáv, testen 1 hüvelyk világoszöld sáv, hosszirányú zöld csík a törzsön és a fenékrészen, ami az átvivőtöltetet jelzi
Teljes hossz	54,2 hüvelyk (1376 mm)
A bombatest hossza	28 hüvelyk (711 mm)
A bombatest keresztmetszete	10,3 hüvelyk (261 mm)
Falvastagság	0,6 hüvelyk (~15 mm)
Teljes tömeg	247 font (112 kg, TNT töltettel)
Töltet/tömeg aránya	27%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: pillanathatású, úgyhogy ASA-keverék.
- Átvivőtöltet összetétele: TNT, illetve C.E. hengerek.
- A robbanóanyag töltete: 30,9 kilogramm TNT vagy 28,5 kilogramm 80/20 arányban kevert amatol.¹¹

⁸ ASA-keverék: ólom-azid, ólom-sztfínát és alumíniumpor keveréke.

⁹ C.E. robbanóanyag: *composition exploding*, a brit haderő által alkalmazott kifejezés a tetrilre.

¹⁰ U.S. Department of the Army 1952.

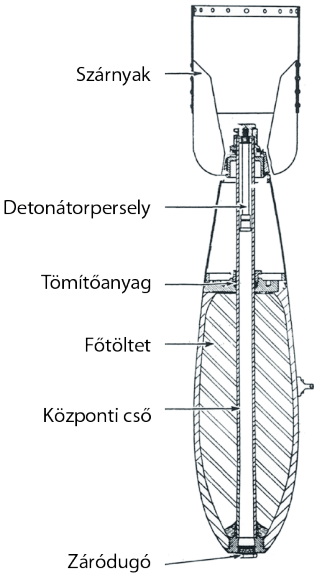
¹¹ U.S. Department of the Army 1952.

250 fontos brit GP-bomba (GP 250 lb, Mark IV–VI)

3. táblázat: A 250 fontos brit GP-bomba (GP 250 lb, Mark IV–VI) adatai

Gyújtószerkezetek	Mark IV: No. 27, 42 vagy 44 orr-indítószerkezet; No. 28, 30 vagy 37 fenék-indítószerkezet Mark V: ¹² csak No. 17 fenék-indítószerkezet (hosszú késleltetéssel: 11 másodperc) Mark VI: Az Mk VI bombát az Egyesült Államokban gyártották, és brit tervek alapján, ott készült gyújtószerkezeteket használnak hozzá: Mk VII, M3 orrgyújtószerkezetet, valamint Mk V, M1 fenékgyújtó-szerkezetet
Színjelölései	Sötétzöld alapszín, 1/2 hüvelyk vörös sáv az orrnál (1 inchre tőle), 1 inch világoszöld sáv 6 inchre az ortól; egy 1 × 1/2 hüvelykes fehér csík a test végén jelzi, hogy a bomba robbanóanyaggal van feltöltve
Teljes hossz	56 hüvelyk (1422 mm)
A bombatest hossza	Mk IV: 25,6 hüvelyk (650 mm) Mk V: 27,6 hüvelyk (701 mm)
A bombatest keresztmetszete	10,2 hüvelyk (259 mm)
Falvastagság	0,52 hüvelyk (~13 mm)
Teljes tömeg	230 font (104,3 kg)
Töltet/tömeg aránya	29%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952



2. ábra: 250 fontos brit GP-bomba (GP 250 lb, Mark IV–VI), az Mk VI verziója az Egyesült Államokban készült, és olyan gyújtószerkezeteket használtak hozzá, amelyeket az amerikaiak brit tervek alapján gyártottak
Forrás: U.S. Department of the Army 1952

¹² Megjegyzés: Az Mk V típusú bombát kifejezetten úgy alakították ki, hogy lehetővé tegye a meglévő No. 17 fenék-indítószerkezetek (hosszú késleltetésű) alkalmazását, mivel ezek méretük miatt nem voltak kompatibilisek az Mk IV bombatest kialakításával.

Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: csappantyú, gyutacs (ASA-keverék), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Átvivőtöltet összetétele: TNT, illetve C.E. hengerek.
- Robbanóanyag töltete: 30,7 kilogramm TNT vagy 30,4 kilogramm 60/40 arányban kevert amatol.¹³

500 fontos brit GP-bomba (GP 500 lb, Mark IV–VI)

4. táblázat: Az 500 fontos brit GP-bomba (GP 500 lb, Mark IV–VI) adatai

Cyújtószerkezetek	Megegyezik a 250 fontos Mk IV–VI változattal
Színjelölései	Színjelölésük megegyezik a 250 fontos Mk IV–VI változattal, csak az elhelyezkedésük került máshova
Teljes hossz	No. 2 típusú szárnyal: 70,6 hüvelyk (1793 mm) No. 26 típusú szárnyal: 55,6 hüvelyk (1412 mm)
A bombatest hossza	Mk IV: 37,2 hüvelyk (945 mm) Mk V: 36,4 hüvelyk (926 mm)
A bombatest keresztmetszete	12,9 hüvelyk (329 mm)
Falvastagság	0,72 hüvelyk (~18,3 mm)
Teljes tömeg	470 font (213,2 kg)
Töltet/tömeg aránya	31%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: csappantyú, gyutacs (ASA-keverék), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Átvivőtöltet összetétele:
- Mk IV esetén: TNT, illetve C.E. hengerek,
- Mk V esetén: egy központi csőben elhelyezett átvivőtöltet, szintén TNT és C.E. henger formában.
- Robbanóanyag-töltete: 65,45 kilogramm TNT vagy 64,9 kilogramm 60/40 arányban kevert amatol.¹⁴

¹³ U.S. Department of the Army 1952.

¹⁴ U.S. Department of the Army 1952.

1000 fontos brit GP-bomba (GP 1000 lb, Mark I–IV)

5. táblázat: Az 1000 fontos brit GP-bomba (GP 1000 lb, Mark I–IV) adatai

Gyújtószerkezetek	Mk I–II: No. 27, 42 vagy 44 orr-indítószervezet, No. 28, 30 vagy 37 fenék-indítószervezet Mk III–IV: No. 28, 30 vagy 37 fenék-indítószervezet
Színjelölései	Sötétzöld alapszín; 1/2 hüvelyk (12,7 mm) vörös sáv az orr-résztől 1 hüvelykre (25,4 mm), 1 hüvelyk (25,4 mm) világoszöld sáv 6 hüvelykre (152 mm) az orrtól. A robbanóanyaggal való feltöltöttséget fehér csik is jelezhetette.
Teljes hossz	No. 13 szárnyrésszel: 86,6 hüvelyk (2200 mm) No. 29 szárnyrésszel: 70,9 hüvelyk (1800 mm)
A bombatest hossza	52,5 hüvelyk (1334 mm)
A bombatest keresztmetszete	16,15 hüvelyk (410 mm)
Falvastagság	0,77 hüvelyk (19,5 mm)
Teljes tömeg	1072 font (485,3 kg, rövid szárnyal és amatollal töltve)
Töltet/tömeg aránya	33%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: csappantyú, gyutacs (ASA-keverék), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Átvivőtöltet összetétele: TNT és C.E. hengerek, viasszal töltött elválasztó alátét a gyújtó-szerkezet és az átvivőtöltet között.
- Robbanóanyag-töltete: 162,8 kg 60/40 arányban kevert amatol vagy 171,5 kg 60/40 arányban kevert RDX/TNT. A bomba mindkét végén ugyanaz a tömítő megoldás talál-ható, mint az 1900 fontos GP-bombánál.¹⁵

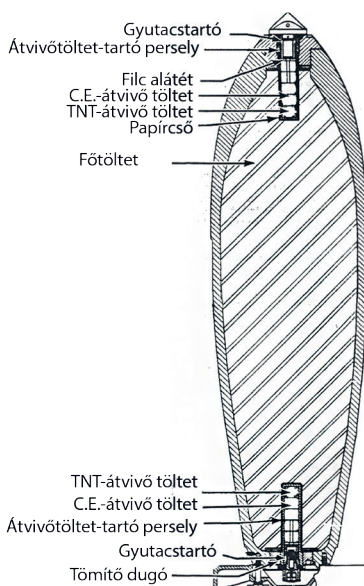
1900 fontos brit GP-bomba (GP 1900 lb, Mark I–II)

6. táblázat: Az 1900 fontos brit GP-bomba (GP 1900 lb, Mark I–II) adatai

Gyújtószerkezetek	No. 27, 42 vagy 44 orr-indítószervezet; No. 28, 30 vagy 37 fenék-indítószervezet
Színjelölései	Sötétzöld alapszín; 1/2 hüvelyk (12,7 mm) vörös sáv az orr-rész előtt 2 hüvelykkel (50,8 mm); 2 hüvelyk (50,8 mm) széles világoszöld sáv 11,25 hüvelykkel (285,75 mm) az orr-résztől.
Teljes hossz	98 hüvelyk (2490 mm)
A bombatest hossza	63,2 hüvelyk (1605 mm)
A bombatest keresztmetszete	18,7 hüvelyk (475 mm)
Falvastagság	1,15 hüvelyk (29,3 mm)
Teljes tömeg	1785 font (808,6 kg)
Töltet/tömeg aránya	26%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

¹⁵ U.S. Department of the Army 1952.



3. ábra: 1900 fontos brit GP-bomba (GP 1900 lb, Mark I-II)

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: csappantyú, gyutacs (ASA-keverék), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Átvivőtöltet összetétele: TNT és C.E. hengerek, viasszal töltött alátéttel a C.E. és a gyújtószerkezet tartója között.
- Robbanóanyag-töltete: 213,2 kg 60/40 arányban kevert amatol, az orr-részt egy úgynevezett *approved composition*¹⁶ alátéttel, valamint egy 1/2 hüvelyk (12,7 mm) vastag TNT-réteggel zárták le, amelybe egy filc alátét van belepréselve. A fenékrészen a lezárást egy 3/16 hüvelyk (4,8 mm) vastag TNT-réteg, egy alátét és egy keményített karton (*glazeboard*) alátét biztosítja. Az átvivőtölteteket papírcsövek védik, amelyek elválasztják őket a főtöltettől.¹⁷

¹⁶ *Approved composition*: a brit haderő által kifejlesztett tömítőanyag-keverék, amely a robbanóanyag-töltetet hivatott elzárni a nedvesedés ellen. A szakirodalomban a *composition pad* kifejezés is előfordul, amely azonban funkcióját tekintve nem tér el érdemben az *approved composition* megnevezéstől. Forrás: U.S. Department of the Army 1952.

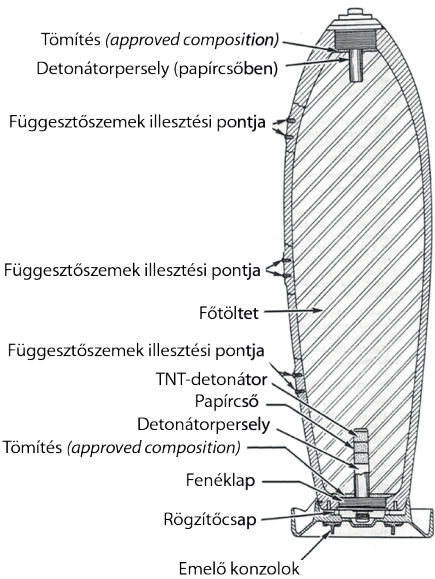
¹⁷ U.S. Department of the Army 1952.

4000 fontos brit GP-bomba (GP 4000 lb, Mark I-II)

7. táblázat: A 4000 fontos brit GP-bomba (GP 4000 lb, Mark I-II) adatai

Gyújtószerkezetek	Megegyezik az 1900 fontos Mk I-II bombákéval
Színjelölései	Színjelölésük megegyezik a 1900 fontos Mk I-II változattal, csak az elhelyezkedésük került máshova
Teljes hossz	106,5 hüvelyk (2705 mm)
A bombatest hossza	79,3 hüvelyk (2014 mm)
A bombatest keresztmetszete	24,5 hüvelyk (622 mm)
Falvastagság	1,35 hüvelyk (34 mm)
Teljes tömeg	3587 font (1627 kg)
Töltet/tömeg aránya	30%

Forrás: U.S. Department of the Army 1952



4. ábra: 4000 fontos brit GP-bomba (GP 4000 lb, Mark I-II)

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

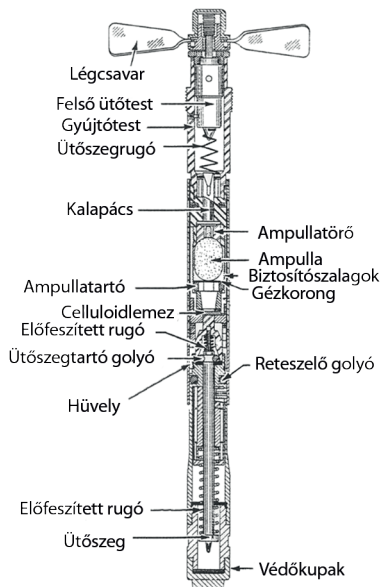
Robbanóanyag-tartalom:

- Gyújtószerkezete: csappantyú, gyutacs (ASA-keverék), illetve késleltetéssel használva: feketelőpor.
- Átvivőtöltet összetétele: TNT és C.E. hengerek, külön papírcsőekben a főtöltettől elválasztva.

- Robbanóanyag-töltete: 485,6 kg 60/40 arányban kevert amatol vagy 461,7 kg 51/40/9 arányban kevert amatex.¹⁸ A töltetet mind az orr-, mind a fenékrészen *approved composition* tömítőanyag zárja le.¹⁹

Gyújtószerkezetek magas kockázati tényezővel

No. 17 fenék-indítószerkezet



5. ábra: No. 17 fenék-indítószerkezet

Forrás: U.S. Department of the Army 1952.

Bombákban alkalmazva: GP 250 lb Mk I, II, III és V, valamint GP 500 lb Mk I, II, III és V.

Az indítószerkezet három alapvető működési elvet alkalmaz: tehetetlenségi becsapódás, vegyi késleltetés és kiserelés elleni biztosítás. Főbb részei közé tartoznak a légcson, az ütőszeg-rögzítő golyók, a biztosítószalagok, a hüvely, az ütőszeg (ütőtest és ütőszeg), az ampulla és a reteszelő golyók. A gyújtószerkezetnek két ütőszeg van: felső és alsó.

Működésének elve: becsapódáskor a tehetetlenség hatására a felső ütőtest lefelé mozdul, és egy törőelemet (kalapács) üt az ampullára, amely az üvegcső összetörésével felszabadítja az oldószert (jellemzően acetont). Ez az oldószert megkezd a celluloid késleltető lap oldását, amely előre meghatározott időtartam (akár órákban mérhető késleltetés) után felpuhul vagy feloldódik.

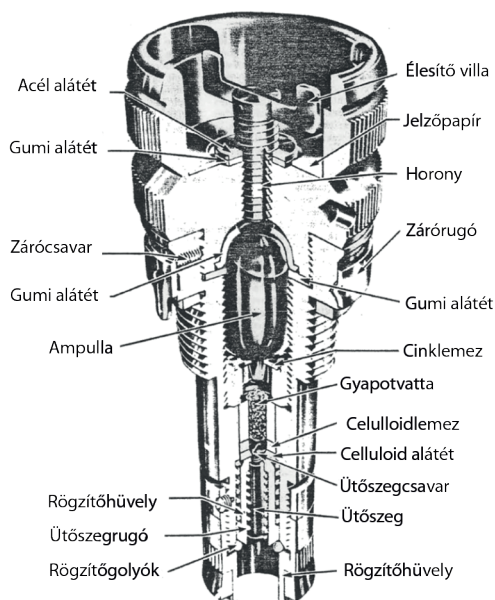
¹⁸ Amatex: 51% ammónium-nitrát, 40% TNT és 9% RDX keveréke.

¹⁹ U.S. Department of the Army 1952.

Kiszerezés elleni védelem: ha megpróbálnák eltávolítani a gyújtószerkezetet, a reteszelő golyók a rugóik által a horony szűk része és a persely közé szorulnak, amivel csak szorosabbá tenné a gyújtószerkezet alsó részének kötését. Ennek eredményeként a gyújtószerkezet felső része kicsavarodna, és az ütőszeg feszített rugójának kioldó csészéje elmozdulna az ütőszegrögzítő golyóitól. Amikor a golyók elhagyják az ütőszegrúdon lévő hornyot, az előfeszített ütőszeg azonnal a csappantyúra csapna, a bomba felrobban. A kiszerezés elleni biztosítás elműködtetéséhez körülbelül egy-két fordulatra van szükség.²⁰

Kockázati tényező: a celluloid oldódásának idejét szinte lehetetlen megsaccolni, így megközelítése rendkívül veszélyes. A kiserelés elleni biztosítás miatt a hatástalanítási módszerek redukálódtak. A lehetséges megoldást 30 perc alatt kell megtalálni, hiszen az egy olyan idő, ami alatt még nem tud működésbe lépni a bomba. Ennyi idő alatt kell kockázatot elemezni, a kiűrtést megszervezni, felkészülni és végrehajtani a hatástalanítást.

No. 37 fenék-indítószerkezet



6. ábra: No. 37(Mk V) fenék-indítószerkezet

Forrás: U.S. Department of the Army 1952

Bombákban alkalmazva: GP 250 lb és 500 lb Mk I, II, IV és GP 1000 lb, 1900 lb és 4000 lb.

²⁰ U.S. Department of the Army 1952.

Működését tekintve hasonló a No. 17 fenékgyújtóhoz, a különbség a celluloidgyűrűk oldódásának ideje, ami terjedhet 6 órától 144 óráig. Az Mk I és II verziót hamar kivonták a rendszerből, ezek még nem rendelkeztek kiserelés elleni biztosítással, illetve az Mk IV**, V* és VI sem. Az Mk III és IV már rendelkezett ezzel a képességgel, de az Mk III balmenetes volt, az Mk IV pedig jobbmenetes. Ez a két különbség alapján véve növelte a hatástalanításának kockázatát, hiszen külsőre alig lehet megkülönböztetni, illetve az Mk IV* és V verzióval szemben az Mk IV-ben nincs fehér itatópapír, amely mutatta, ha az ampulla megtört.²¹

Célba juttatásuk módszerei

A II. világháború és az azt követő időszak során a GP-bombák célba juttatási módszerei a hadászati és taktikai bombázók fejlődésével párhuzamosan változtak. A terepviszonyoktól és a taktikai lehetőségektől függően, különböző magasságokból kellett vetni, eltérő időzítéssel/késleltetéssel, hogy a lehető legkevesebb idő alatt a legtöbb célt el tudják pusztítani.²² Ezek a módszerek:

1. *Nagy magasságú, gravitációs bombázás.* A brit GP-bombák többségét nagy magasságból, gravitációs bombázással vetették be, amihez tapasztalt bombázótisztekre és saját fejlesztésű optikai célzórendszerre (Mark XIV) volt szükség.
2. *Alacsony magasságú bombázás.* Az alacsony magasságból történő bombázások során a GP 250, 500 és 1000 lb bombák kiválóan alkalmazhatók voltak speciális tervezésüknek köszönhetően. Ezek a bombák vastag bombatesttel és késleltetett gyújtószerkezettel rendelkeztek, ami lehetővé tette, hogy a repülőgép biztonságosan eltávolodjon a detonáció helyétől. A bombák stabilitását és irányíthatóságát tovább javították az erre célra kifejlesztett stabilizátorszárnyak. Az alacsony magasságból végrehajtott támadások célja az volt, hogy meglepjék az ellenséges légvédelmet, amely gyakran magas repülési magasságra koncentrált. A késleltetett működés különösen fontos szerepet játszott, mivel a közvetlen becsapódásos robbanás nemcsak az ellenséget, hanem a bombát ledobó repülőgépet is veszélyeztette volna. Ez a kombináció hatékonyabbá tette a bombázásokat az ellenséges védelmi rendszerek kijátszásában és a támadások pontosságának növelésében.
3. *Késleltetett bombázás (csúsztatás).* A csúsztatásos módszert elsősorban városi célpontok ellen alkalmazták, mivel így a bombák nem az épületek tetején robbantak fel, ahol kisebb kárt okoztak volna. Ehelyett a késleltető működés segítségével a bombák képesek voltak behatolni az épületek belsejébe, jelentős szerkezeti károkat okozva, így hatékonyabban pusztítva a célpontokat.²³

²¹ U.S. Department of the Army 1952.

²² CSURGÓ–DARUKA 2017: 45–49.

²³ GANN 1992.

A GP-bombák stratégiai fontossága

Kölni bombázás, 1942

A kölni bombázás 1942. május 30-án a brit RAF egyik legnagyobb és legpusztítóbb támadása volt a II. világháború alatt. A támadás során a brit bombázók elsősorban 250 és 500 fontos GP-bombákat használtak. A cél a város ipari központjainak, közlekedési csomópontjainak és katonai célpontjainak megsemmisítése volt azért, hogy megszakítsák vagy legyengítsék a német háborús ipar termelését. A bombák jelentős károkat okoztak, több ezer épület megsemmisült, és hatalmas tűzvészek törtek ki, ami tovább fokozta a pusztítást. A célzottan alkalmazott késleltetett robbanású GP-bombák segítségével a támadás sikeresen áttörte a város védelmét, és jelentős strukturális károkat okozott a város belsejében. A bombázás stratégiai jelentősége abban rejlett, hogy súlyosan károsította Köln ipari kapacitását, és hozzájárult a németek erőforrásainak csökkentéséhez, miközben a légvédelem és a német válaszareakciók is megterhelődtek. Noha az emberi és anyagi veszteségek jelentősek voltak, a kölni bombázás a brit stratégiai légi háború egyik kulcsfontosságú akciója volt.²⁴

Peenemündei bombázás, 1943

A peenemündei bombázás 1943. augusztus 17-én kezdődött, amikor a brit légierő támadást indított a németországi Peenemünde ellen, amely a V1 és V2 rakéták fejlesztésének központja volt. A támadás célja a németek rakéta programjának megsemmisítése volt, mivel a V2 rakéta kulcsfontosságú szerepet játszott a náci háborús gépezet fejlesztésében. A bombázás következtében a peenemündei kutatóközpont jelentős károkat szenvedett, és sok rakétafejlesztő is életét veszítette. A támadás fontos mérföldkő volt a II. világháború során a szövetségesek által alkalmazott „precíziós” légitámadások terén, de a németek végül képesek voltak folytatni rakéta programjukat, amit később a V2 rakéták harctéri bevetése is bizonyított.²⁵

Drezdai bombázás, 1945

A drezdai bombázásra 1945. február 13–15. között került sor, amikor a Brit Királyi Légierő és az amerikai 8. légi hadsereg egymást követő hullámokban hajtott végre nagyszabású légitámadást a német birodalom egyik kulturálisan és iparilag is jelentős városa ellen. A hadművelet célja Drezda vasúti közlekedési csomópontjának, valamint hadiipari létesítményeinek megsemmisítése volt. A támadás során különböző típusú általános célú (GP-) bombákat, köztük 250 és 500 fontos bombákat, valamint magas hatóerejű romboló- és gyújtóbombákat vetettek be. A bombák hatalmas tüzeket idéztek elő, amelyek gyorsan tűzviharrá alakultak, és a város jelentős részét elpusztították. A bombázás következtében több ezer civil (nagyjából 22 700 és 25 000 fő között) veszítette életét, a pusztítás mértéke pedig komoly vitákat

²⁴ TAYLOR 2006.

²⁵ Peenemünde Raid – 80 Years On 2023.

váltott ki a háború utólagos értékelésében. Sokan aránytalanul pusztítónak ítélték a bevetést, különösen annak fényében, hogy Drezda katonai jelentősége a háború végső szakaszában már csökkenőben volt.²⁶

Kiemelt robbanóanyag-típusok a II. világháborús, brit GP-bombákban

ASA-keverék

Történelmileg a gyutacsok elsődleges robbanóanyaga a higany-fulminát volt,²⁷ amelyet később egy biztonságosabb keverék, az úgynevezett ASA váltott fel. Ez a keverék általában 70 tömegszázalék ólom-azidot (*lead azide*), 30 tömegszázalék ólom-sztifnátot (*lead styphnate*), valamint a keverék teljes tömegének mintegy 2,5%-át kitevő finomszemcsés alumíniumport tartalmaz. Az ASA kevésbé érzékeny sűrűlódásra és ütésre, mint a higany-fulminát, ugyanakkor az ólom-azidnak köszönhetően nagy detonációs energiát biztosít.

Fontos azonban megemlíteni, hogy az ólom-azid rendkívül érzékeny a kristályszerkezetéből fakadóan, és hidrolízis²⁸ során mérgező hidrazinsavat²⁹ képezhet. Emellett ha rézzel vagy más fémekkel kerül érintkezésbe, rendkívül instabil és érzékeny fém-azid-vegyületek alakulhatnak ki, amelyek potenciálisan súlyos baleseteket okozhatnak.

Az ASA-keverék több mint 70 éve alkalmazott primer robbanóanyag, amely széles körben elterjedt a gyújtószerkezetekben. Noha biztonságosabb, mint a korábban használt higany-fulminát, az ASA továbbra is érzékeny a mechanikai behatásokra, például sűrűlódásra, ütésre és statikus elektromosságra. A gyártási folyamat során a legtöbb baleset az ASA, az ólom-azid vagy az ólom-sztifnát kezeléséhez és szárításához kapcsolódik.

Az alternatívák közé tartozik az ezüst-azid is, amely azonban még az ólom-azidnál is érzékenyebb a sűrűlódásra. Egy ideális elsődleges robbanóanyagnak elegendő érzékenységgel kell rendelkeznie a detonátor indításához, ugyanakkor biztonságosnak kell lennie a gyártás, kezelés és szárítás során. Ez az ellentmondásos követelmény komoly kihívást jelent az alternatív anyagok fejlesztésében.

A gyújtószerkezet működésének lényege, hogy a gyújtó vagy biztosítószerkezet által keltett hő vagy fény indítja be az elsődleges robbanóanyagot, amely először lassú égéssel (deflagrációval), majd robbanással (detonációval) aktiválja az alaptöltetet. Az alternatív robbanóanyagok közül kísérleteztek többek között KBG-vel, diamino-hexaazido-ciklotetrafoszfazénnel,

²⁶ USAF Historical Division – Research Studies Institute 1945.

²⁷ WISNIAK 2012.

²⁸ Hidrolízis: kémiai folyamat, amely során egy vegyület reagál a vízzel, és közben új vegyületek keletkeznek. Ez a reakció általában a vízmolekula felhasadásával jár, amelynek során a hidrogénion (H^+) és a hidroxidion (OH^-) részt vesz az átalakulásban. Az ilyen reakciók során keletkező melléktermékek – például savak vagy lúgok – sokszor korrózióvak és veszélyesek lehetnek. Ezért fontos a reakciók ellenőrzése, különösen ipari vagy katonai környezetben. The Editors of Encyclopaedia Britannica 2024.

²⁹ Hidrazinsav (HN_3): rendkívül instabil, mérgező és robbanásveszélyes szervesetlen vegyület, amely színtelen, illékony folyadékként létezik. Főként az azidvegyületek, például a nátrium-azid előállításában használják, de kezelése nagy óvatosságot igényel a robbanásveszély és a toxicitás miatt. LIEBMAN et al. 2003.

DDNP-vel, ólom-azid és ólom-sztfínát koprecipitátumával, kálium-pikrát és kálium-klorát keverékével, valamint kadmium-karbohidrazid-perkloráttal. Habár néhány alternatíva kereskedelmi forgalomban is elérhető, ezek gyakran költségesek, vagy az ASA-felhasználók által alkalmazott eszközök és gyújtószerkezetek átalakítását igénylik.³⁰

C.E. (*composition exploding*³¹ vagy *compound exploding*³²) robbanóanyag, azaz tetril (*tetryl*)

A C.E. rövidítés jelentését kevés forrás tárgyalja egyértelműen, ezért többféle – részben téves – értelmezés is elterjedt, például a *compressed explosive* vagy a *cylindrical explosive* kifejezések. Az előbbi elnevezés valószínűleg a tetril préselési eljárására utal,³³ amely a detonációs sebesség növelése és a standard méretű töltetek előállítása érdekében volt szükséges. Az utóbbi értelmezés pedig a robbanótöltet alakjára vezethető vissza, mivel az átvivőtöltetet egy hengeres perselyben helyezték el, így a tetriltöltetet is ennek megfelelően kellett kialakítani.

A tetril (kémiai nevén N-metil-2,4,6-trinitroanilin, más néven 2,4,6-trinitrofenil-N-metil-nitramin) története a 19. század végére nyúlik vissza, amikor először sikerült előállítani ezt a sárga színű, kristályos, erősen brizáns robbanóanyagot. Habár a 19. század végi felfedezése után kezdetben csak laboratóriumi szinten vizsgálták, ipari alkalmazása az I. világháború idején indult meg, mivel kiváló detonációs tulajdonságai és viszonylag jó stabilitása miatt ideálissá vált primer és szekunder robbanóanyagként való felhasználásra. A tetrilt elsősorban gyújtószerkezetekben, detonátorokban és átvivőtöltetekben használták, mivel képes volt megbízhatóan továbbítani a gyutacs által generált lökeshullámot a fő robbanóanyag-töltethez. A II. világháború során alkalmazása különösen elterjedtté vált, és a brit haderő is széles körben használta, főként GP-bombákban. Ezekben a bombákban a tetril átvivőtöltetként funkcionált, jellemzően TNT vagy amatol főtöltet és mechanikus (pillanatcsapódó, tehetetlenségi csapódó), illetve időzített vagy késleltetett gyújtószerkezetek mellett. A brit forrásokban a tetrilt gyakran C.E. (*composition exploding*) megjelöléssel illették, ami sajátos brit haditechnikai terminológia volt a robbanóanyag ezen típusára.

A háborút követően a tetril gyártása és katonai alkalmazása folytatódott, különösen az Egyesült Államokban, ahol jelentős mennyiségű készletet halmoztak fel. Azonban a tetril érzékenysége mechanikai behatásokra, valamint toxikológiai kockázatai – például a bőr- és légúti irritáció³⁴ – idővel előtérbe kerültek, és a robbanóanyag-technológia fejlődésével korszerűbb, biztonságosabb alternatívák (például RDX, HMX, PBX típusú robbanóanyagok) váltották fel. Az 1970-es évektől kezdve a legtöbb országban, így az Egyesült Királyságban és az USA-ban is, fokozatosan leállították a tetril gyártását, és megkezdődött a meglévő készletek kivonása, illetve megsemmisítése. Az USA Védelmi Minisztériuma például még a 2000-es évek elején is tetrilkészletek megsemmisítésével foglalkozott. Az USA-ban és nyugati országokban a tetril

³⁰ GUPTA–SRINIVASA 2014.

³¹ AGRAWAL 2010.

³² YINON 1990.

³³ PANICH et al. 2020.

³⁴ Agency for Toxic Substances and Disease Registry 1995.

mára már kizárólag történelmi jelentőséggel bír, és alkalmazása szigorúan korlátozott a robbanóanyag-biztonsági előírások miatt.³⁵

Amatex

Az amatex a II. világháború során kifejlesztett kevert robbanóanyag, amelyet az Egyesült Államokban hoztak létre azzal a céllal, hogy költséghatékony, ugyanakkor nagy robbanóerejű alternatívát kínáljon a tiszta TNT vagy RDX helyett. Nevét összetevőiről kapta: ammónium-nitrát, TNT és RDX. A szabványos összetétel a szakirodalom szerint 51% ammónium-nitrát, 40% TNT és 9% RDX.³⁶ Ez a kombináció ötvözte az ammónium-nitrát gazdaságosságát, a TNT jó önthetőségét és stabilitását, valamint az RDX nagy detonációs energiáját. Az amatex alkalmazása korlátozott mértékben a brit haderőnél is megjelent, különösen az amerikai szállítmányok és közös fejlesztések révén.

Noha az amatex nem vált a brit bombák elsődleges töltetévé – a britek továbbra is jellemzően TNT-t és amatolt alkalmaztak –, jelenléte a szabványosított amerikai bombatípusok révén dokumentált és hadrendbe állított volt. Az anyag háború utáni használata fokozatosan visszaszorult, részben heterogén összetétele és hosszú távú stabilitási problémái miatt. Az 1950-es évektől kezdve modern robbanóanyag-keverékek, például a Composit B vagy a PBX típusú anyagok kiszorították az amatextet a gyakorlatból. Gyártása megszűnt, és ma már csak történelmi jelentőségű.³⁷

Összegzés

Véleményem szerint a brit GP-bombák mélyreható ismerete jelentős mértékben hozzájárulhat a tüzserész munkához szükséges alapvető tudás és készségek bővítéséhez. A robbanóanyagok kémiai összetételének, fizikai hatásmechanizmusainak, valamint az ezekhez kapcsolódó biztonsági és egészségügyi előírásoknak az elsajátítása alapvető fontosságú a szakmában. Ugyanakkor kiemelt figyelmet érdemel a hadiipari alkalmazási területek tanulmányozása is, hiszen a robbanóanyagok egyik legjelentősebb felhasználási területe a katonai hadviselés.

A bombák mint a háborús robbantások legismertebb eszközei nemcsak technikai, hanem stratégiai szempontból is központi szerepet játszanak. Tudományos munkám fókuszában a brit GP-bombák állnak, különös tekintettel azok pusztító hatására, stratégiai jelentőségére, valamint a tüzserész szakma szempontjából releváns gyújtószerkezetekre – ideértve a kiszerelés ellen biztosított és ampullás gyújtószerkezeteket.

A robbanóanyagok és robbanóanyag-keverékek fejlődéstörténetében számos tényező játszott kulcsszerepet. Ilyenek például a költséghatékonyság és az előállítási idő optimalizálása, a tudományos és mérnöki szakértelem alkalmazása, a mérgező anyagok koncentrációjának

³⁵ U.S. Department of the Army 1952.

³⁶ KUMAR–ELIAS 2019.

³⁷ Air Ministry 1944.

csökkentését célzó technológiai megoldások, valamint a pusztító hatás maximalizálására irányuló tervezési szempontok. Ezek a tényezők jelentős mértékben alakították a bombák fejlődését és alkalmazását, különösen a brit GP-bombák esetében.

Felhasznált irodalom

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1995): *Toxicological Profile for Tetryl (TP-80)*. Online: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp80.pdf>
- AGRAWAL, Jai Pralash (2010): *High Energy Materials. Propellants, Explosives and Pyrotechnics*. Weinheim: Wiley-VCH. Online: <https://doi.org/10.1002/9783527628803>
- Air Ministry (1944): *Air Publication 1661B, Volume I: Bombs*. London: His Majesty's Stationery Office. Online: <https://archive.org/details/AP1661BVol1Bombs>
- CSURGÓ, Attila – DARUKA, Norbert (2017): Military Explosive Ordnance – The Bomb. In BEŇOVSKÝ, M. (szerk.): *Trhacia Technika 2017. Zborník prednášok z 29. medzinárodnej konferencie na počesť 390. výročia prvého použitia výbušnín na svete v podzemí*. Banská Bystrica: [k. n.], 44–55.
- DARUKA Norbert (2014): Robbanótestek I. – Amit a bombákról tudni érdemes. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24(4), 68–82. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2298/1565>
- GANN, Timothy D. (1992): *Fifth Air Force Light and Medium Bomber Operations During 1942 and 1943. Building Doctrine and Forces That Triumphed in the Battle of the Bismarck Sea and the Wewak Raid*. School of Advanced Airpower Studies, Air University. Online: https://media.defense.gov/2017/Dec/29/2001861960/-1/-1/0/T_GANN_FIFTH_AIR_FORCE.PDF
- GUPTA, A. N. – SRINIVASA RAO, N. V. (2014): *A Safer and Green Detonator with NHN Substituting ASA*. Premier Explosives Limited, Andhra Pradesh, India.
- Joint Publication 3-60. *Joint Targeting*. 2013. január 31. Online: https://www.justsecurity.org/wp-content/uploads/2015/06/Joint_Chiefs-Joint_Targeting_20130131.pdf
- KUMAR, Dheeraj – ELIAS, Anil J. (2019): The Explosive Chemistry of Nitrogen. *Resonance*, 24, 1253–1271. Online: <https://doi.org/10.1007/s12045-019-0893-2>
- LIEBMAN, Joel F. et al. (2003): Inorganic Exotic Molecules. In *Encyclopedia of Physical Science and Technology*. Academic Press, 817–838. Online: <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00343-4>
- PANICH, A. M. et al. (2020): Detonation Nanodiamonds Fabricated from Tetryl: Synthesis, NMR, EPR and XRD Study. *Diamond and Related Materials*, 108, 107918. Online: <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2020.107918>
- Peenemünde Raid – 80 Years On. *Royal Air Force Benevolent Fund*, 2023. augusztus 16. Online: <https://www.rafbf.org/news-and-stories/raf-history/peenemunde-raid-80-years>
- TAYLOR, Eric (2006): *Operation Millennium: Bomber Harris's Raid on Cologne, May 1942*. Oxford: ISIS.
- USAF Historical Division – Research Studies Institute (1945): Historical Analysis of the 14–15 February 1945 Bombings of Dresden. Research Studies Institute. Online: <https://media.defense.gov/2011/Feb/08/2001329907/-1/-1/0/Bombings%20of%20Dresden.pdf>
- U.S. Department of the Army (1952): *TM 9-1985-1: British Explosive Ordnance*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- U.S. Department of the Army (1955): *The Ordnance Department: Planning Munitions for War*. Washington, D.C.: Office of the Chief of Military History.
- WISNIAK, Jamie (2012): Edward Charles Howard. Explosives, Meteorites, and Sugar. *Educación Química*, 23(2), 230–239. Online: [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30114-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30114-3)
- YINON, Jehuda (1990): *Toxicity and Metabolism of Explosives*. Boca Raton: CRC Press. Online: <https://doi.org/10.1201/9781439805299>