

Vozsech István\*

# 40×46 LV gránát rakéta-póthajtással

## – egy meg nem valósult fejlesztés I. rész

Az 1990-es évekre az Magyar Honvédség rendszerében lévő gépkarabélyok avulása miatt egyre inkább szükségessé vált a meglévő eszközök modernizációja, vagy lecserélése. A HM döntéshozói a meglévő eszközök modernizálása mellett döntöttek, és felkérték az egykori Haditechnikai Intézetet, hogy dolgozza ki az AK típusú gépkarabélyok modernizálására irányuló műszaki tanulmányokat, harcászati műszaki követelményeket. Az elkészült tanulmányok elemezték a nyugati hadseregekben alkalmazott eszközöket, és arra a megállapításra jutottak, hogy a meglévő technikát képessé kell tenni éjszakai harc megvívására, azaz el kell látni különböző elektrooptikai berendezésekkel és az azokat fogadni képes csatolóelemekkel. Továbbá a fegyverek mellső markolatait úgy kell átalakítani, hogy azokra fel lehessen szerelni egyéb kiegészítőket is (pisztolyfogású mellső markolat, taktikai lámpa, lézeres célmegjelölő stb.) Megállapították továbbá, hogy a gépkarabélyok egy részét el kell látni cső alá csatolható, 40×46 LV (low velocity) gránátokat tüzelő vetőszerkezetekkel.

A valódi munka 2003-ban kezdődött, akkor indult a tényleges fejlesztés – amelyre hatással voltak a missziós feladatokból adódó igények. A 40×46 LV gránátok így kerültek be a modernizációs programba, amelynek mintegy „oldalágán” kezdtünk el azon gondolkodni, hogyan lehetne a gránátok egyes gyengébb műszaki paramétereit javítani.

### A 40 MM-ES GRÁNÁTOK

Az első kifejlesztett változat a 40×46 LV kaliberjelzésű gránát volt, amelyek az '50-es évek elején, az USA-ban születtek meg egy kutatási fejlesztési folyamat eredményeként. A gránát lehetővé tette a gyalogság számára a fedezékben lévő ellenség és a könnyen páncélozott járművek elleni önálló harcot a kézigránátok maximális, mintegy 50 méteres hatótávolságán kívül, más fegyverek, pl. aknavető támogatása nélkül.<sup>1</sup>

Ehhez a gránáthoz 1960-ban rendszeresítették az első vetőt, M79 néven (1. ábra), amely kívülről egy egylövetű, billenő csövű sörétes puskára emlékeztet. Váltámaszának szokatlan kialakítása a nagy löszögekkel leadott lövészetet segítette elő. A vietnami harcok során vetették be először, ott meglehetősen jól bizonyította képességeit. Hátránya



1. ábra. Az M79-es gránátvető

volt azonban, hogy alkalmazója, lövészkatonaként nem jöhetett többé számításba, és önvédelmére egy külön fegyvert – praktikusán pisztolyt – kellett magánál hordania.

A későbbi típusokat úgy tervezték, hogy az önálló használat lehetőségét megszüntették, és valamely gépkarabély csöve alá való szerelhetőséget biztosították, ahonnan a lövést ki lehetett váltani. Gránátlövészkor a lövész a célzást minden esetben egy additív mechanikus vagy optikai irányzék segítségével hajtja végre. (2. ábra) Természetesen számos autonóm és csatolható típust fejlesztettek az elmúlt évtizedekben, azonban a vetők további részletezésével itt nem foglalkozunk.

Visszatérve a gránátokhoz, a 40 mm-es kaliberben napjainkig három fő típust különböztethetünk meg, melyeket az 1. táblázat ismertet.

Mindhárom típus szerkezeti felépítése és működési elve hasonló, tulajdonképpen azonos egy közös központi gyújtású modern lövésztölténnyel. Az eltérés az, hogy a lőportöltet nem közvetlenül a hüvelyben foglal helyet, hanem azt a hüvelyben elhelyezkedő és ahhoz rögzített, vagy abból kialakított ún. nagynyomású kamrában helyezik el. (3. ábra).

A 40 mm-es gránátok kilövése a következők szerint zajlik le – a gyújtó élesztését itt nem tárgyalva:

1. A gránátvető ütőzege által elmozdított csappantyú begyűjtja a lőporcsészében (nagynyomású kamrában) lévő lőport, ahol az a kicsi térfogatnak köszönhetően, hozzávetőlegesen 1500 bar nyomáson elég.
2. A keletkezett nagynyomású gáz a lőporcsésze furatán át fojtásosan kiáramlik (leexpandál) a hüvely és a gránát által határolt térrészbe (expanziós tér).
3. Az expansziós térbe jutó, lényegesen kisebb nyomású (max. 200 bar) és hőmérsékletű gáz a gránát fenékré-

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A cikk ismerteti a 40 mm-es gránátok típusait, alkalmazási területeit, különös tekintettel a 40×46 LV gránát változatra. Elemezi a 40 mm-es gránátok műszaki konstrukcióját, ismerteti működését, az alacsony sebességből adódó problémákat, valamint a fejlesztési lehetőségeket.

**KULCSSZAVAK:** 40 mm-es gránát, 40×46 LV, találati valószínűség, póthajtás, rakéta

**ABSTRACT:** This article describes the types and fields of application of the 40 mm grenades in particular the 40×46 LV grenade version. It analyses the technical design of 40 mm grenades, describes their operation, problems derived from low speed and development opportunities.

**KEY WORDS:** 40 mm grenade, 40×46 LV, probability of hitting, auxiliary propulsion, rocket

\* ORCID: 0000-0001-9818-7755

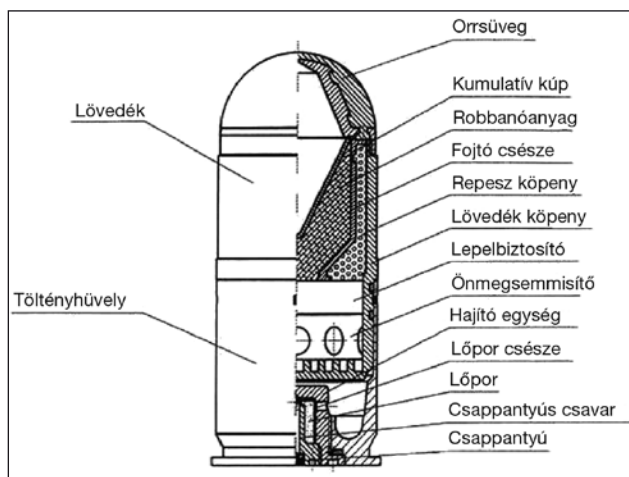


1. táblázat. A 40 mm-es gránát három típusa

	Kis sebességű LV (Low Velocity)	Közepes sebességű MV (Medium Velocity)	Nagy sebességű HV (High Velocity)
Kaliberjelzés	40x46 LV	40x46 MV	40x53 HV
Felhasználási terület	kézi gránátvetők	kézi gránátvetők	automata gránátvetők
Kezdeti sebesség [m/s]	75	100	240
Maximális lőtávolság [m]	400	600	1200
Teljes hosszúság [mm]	80	120	110
Teljes tömeg [g]	180-200	200-250	320-350



2. ábra. B&T gránátvető optikai irányzékkal



3. ábra. ARGES gyártmányú, osztrák, 40 mm-es repesz-kumulatív fegyvergránát

szére erőt fejt ki, ezáltal a gránát mozgása elkezdődik, vezetőgyűrűi belesajtolódnak a huzagokba, amelyek forgásra kényszerítik azt.

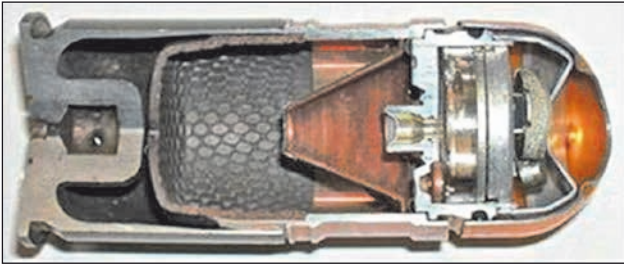
- A gránát a lőporgázok nyomásának hatására folyamatosan gyorsulva eléri a csőtorkolatot.

- A csőtorkolatot elhagyó gránátot a kiáramló lőporgázok körbeáramolják, ezzel némileg tovább gyorsítva azt, másrészt a mindenképp meglévő aszimmetria miatt perturbálják, ezzel precesszív mozgásba hozzák azt.
- A gázutóhatások megszűntével a gránát a légkörben ballisztikus pályán halad, precesszív mozgása csillapodik.

A konstruktőrök a 40 mm-es gránátoknál a lőpor égetését a hüvelyen belüli külön térrésszel oldották meg, egy nagy nyomású kamra-expanziós térrendszerrel, amely alkalmazásával egyidőben három műszaki problémát oldottak meg:

- A lőpor stabil, és gyors elégetéséhez legalább 1000 bar nyomás szükséges, amelyhez a hüvelyben lévő szabad térfogat túlságosan nagy lenne, ezért a lőpor külön – ballisztikailag optimalizált – térrészben helyezték el (nagy nyomású kamra).
- A könnyű fegyverkonstrukció miatt nem engedhető meg a hüvelytérben az 1500 bar körüli nyomásérték, azonban ez az érték csak a nagy nyomású kamrában van jelen, így a kis tömegű konstrukciós kialakítás biztosítható.
- A gránátot – annak kilövése során – terhelő erőhatások lényegesen csökkennek, így könnyített, kevesebb inert tömeget tartalmazó gránátkonstrukciót lehetett tervezni.





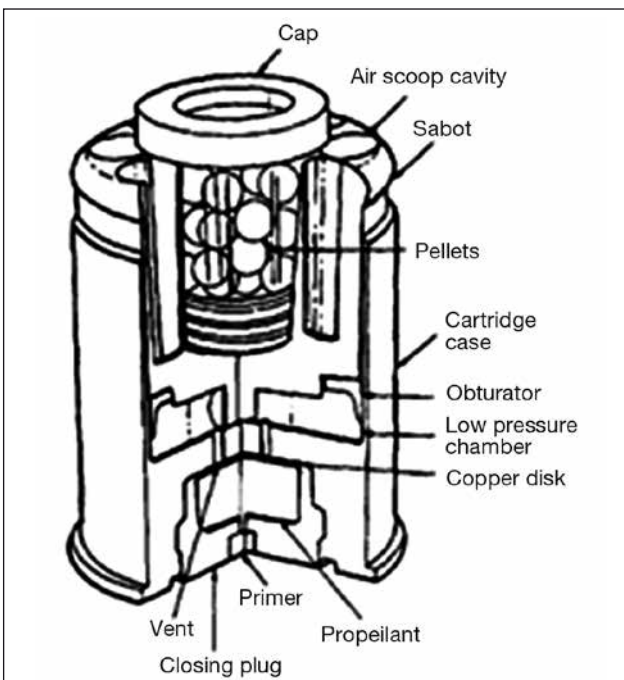
4. ábra. M433-as, kettős hatású (repsz-kumulatív) gránát (Robbanóanyag és lőpor nélküli metszet – Szerk.)

**A 40x46 LV GRÁNÁTOK TÍPUSAI**

A 40x46 LV gránátok típusválasztéka felsorolászerűen a következő:

- a) **repszgránát:** a gránáttestet az abban elhelyezett robbanóanyag detonálása szétveti, és a kb. 400 db előre gyártott acélsörét, vagy/és a 250-1500 db testből keletkező repesz végzi a pusztítást. Alapvetően védtelen élőerő ellen használható, 25 méteren belül;
- b) **kumulatív gránát:** a gránáttest tartalmaz egy kumulatív töltetet, amely legfeljebb 50 mm-es páncélvastagságig biztosítja az átütést. Ezt a gránátípust alapvetően járművek ellen használják;
- c) **repsz-kumulatív (4. ábra):** a két előző típus kombinációja, kompromisszumos megoldás;
- d) **romboló gránát (HE) (7. ábra):** repeszképző hatása nem jelentős, növelt robbanóanyag-tartalommal rendelkeznek. Alapvetően zárt terekben tartózkodó élőerő ellen használható;
- e) **kartács (5. ábra):** ólom, vagy acélsöréteket tartalmaz. Önvédelemre, közelharcra alkalmas típus;
- f) **lőtéri-gyakorló (6. ábra):** robbanóanyagot nem tartalmaz, kiképzési, gyakorlási célra kifejlesztett típus. Némely változatánál a gránát fenékrészében fényjelző elegy található, így vizuálisan jobban követhető a gránát a röppályája mentén.

5. ábra. M576-os kartácsgránát



6. ábra. Lőtéri gyakorló gránát

7. ábra. HE gránát



2. táblázat.

Paraméter megnevezése	Mértékegysége	Hatása	A tényleges értéktől való pozitív irányú növekmény hatása a találati pontra			Megjegyzés
			X koordináta	Y koordináta	Z koordináta	
Lőszög	°	erős	+	+	∅	gyakorlatilag a célzás pontossága
Céltávolság	m	erős	+	+	∅	
Célhelyszög	°	gyenge	+	+	∅	hatása 30° alatt elhanyagolható
Földrajzi szélesség	°	elhanyagolható	-	-	∅	a nehézségi gyorsulást befolyásolja
Lőirány	°	elhanyagolható	∅	∅	∅	északi pólussal bezárt szög, hatása irányfüggő
Tengerszint feletti magasság	m	elhanyagolható	+	+	∅	a nehézségi gyorsulást befolyásolja*
Légnyomás	hPa	gyenge	-	-	∅	
Légnedvesség	%	elhanyagolható	-	-	∅	
Lég hőmérséklet	K	gyenge	+	+	∅	
Töltet hőmérséklet	K	gyenge	+	+	∅	a gránát kezdősebességét befolyásolja
Lőirányú szél	m/s	gyenge	+	+	∅	a hátszél a pozitív előjelű
Oldalszél	m/s	erős	∅	∅	+	a találati pontot oldalirányban téríti el
Oldalgási gyorsulás	m/s <sup>2</sup>	gyenge	∅	∅	+	
A cél oldalirányú sebessége	m/s	erős	∅	∅	-	
A cél lőirányú sebessége	m/s	erős	-	-	∅	pozitív előjelű, ha a cél távolodik

\* A tengerszint feletti magasság hatással van a légnyomás értékre és a lég hőmérsékletre, ebből következően a légsűrűsége is. Ez a politrópusi légkör egyensúlyából következik. Viszont az előbb felsorolt három paramétert külön vizsgáljuk, ezért itt a tengerszint feletti magasságnak csak a nehézségi gyorsulásra gyakorolt hatását vesszük figyelembe.

### AZ ALACSONY GRÁNÁTSEBESSÉG PROBLÉMÁI

A 40x46 LV rendszer manapság a legelterjedtebb, általában a lövészkatonáknak egyéni sorozatlövő fegyverére integrálva. A 40x46 LV rendszernek azonban több hiányossága is kimutatható, amely alkalmazhatóságát és harcértékét egyaránt rontja. Ezek az alábbiakban részletezett tényezők mind az alacsony gránátsebességre vezethetők vissza, amelyet azonban egyszerűen megnövelni – a lövészeire vonatkoztatott munka- és egészségbiztonsági szempontok miatt – nem lehet. Egy rendszer pontosságát, használhatóságát, hatékonyságát sokféleképpen le lehet írni, de egzakt módon mindig célszerű valamely számítható és prognosztizálható értéket, mutatószámot, hatásfokot választani, amely dimenziótlán és normalizált. Lövedék-légkör-cél rendszer esetén ez mindenképpen a találati valószínűség. Optimális esetben minden paraméter, kezdeti érték, végérték ismert, ez adja a rendszer alap találati valószínűség értékét, amelyet kizárólag a fegyver-lövedék rendszer határoz meg. Ezt úgy lehet elképzelni, hogy fegyverállványba fogott fegyverrel tüzelünk, minden meteorológiai, geodéziai és céladatot pontosan ismerünk. Az így meghatározott függvény – amely némi egyszerűsítéssel csak a lőtávolság-

tól függ – a rendszer alapjellemezője, amely az ideális feltételek mellett meghatározott szórásjellemzőkön alapul. (A 40x46 LV rendszer ebben a vonatkozásban kimagaslóan jó – saját mérések alapján – 200 méteres lőtávolságon a lőirányra merőleges standard normál szórás kevesebb mint 100 mm, azaz 99,97%-os valószínűséggel eltalálható egy, a lőirányra merőlegesen értelmezett, 300 mm-es átmérőjű cél.)

Valós körülmények között ettől csak rosszabb értékekre számíthatunk. Valós körülmények mellett a számításokhoz szükséges valamennyi adat értéke bizonytalansággal bír, valamint – a lövés pillanatnyi fiziológiai és mentális állapotától függően – a valószínűségi lőszög is eltér a beállítani kívánt értéktől. Ezek között akadnak erősebb és gyengébb hatásúak, valamint vannak elhanyagolhatók. Mely paramétereknek van hatása és milyen mértékben a találati pontra, és ebből következően a találati valószínűsége? A 2. táblázatban összefoglaljuk a paramétereket, azok eltéréseiből adódó hatásokat.

A következőkben sorra vesszük azon erős paraméterek pontatlan ismeretéből adódó találati valószínűség csökkenéseket, amelyeknek a hatását az alacsony gránátsebesség felerősít. Nézzük rendre a problémákat:

1. Az alacsony sebesség miatt lecsökken a pásztázási távolság. Páasztázási távolság alatt értjük azt az adott célmagassághoz tartozó maximális lőtávolságot, amely távolsághoz tartozó röppályatetőpont-magasság egyenlő a célmagassággal, tehát az adott magasságú célt a tüzelőállás és a becsapódási pont között mozgatva, mindig van a célnak és a röppálya-görbének metszéspontja. (1,7 méter magas – átlagos testmagasság – cél esetén, lövészfegyverek vonatkozásában ezt az ún. alapirányzék-állás biztosítja.) A páasztázási távolság csökkenése azt eredményezi, hogy irányékunknak – az íveltebb röppálya miatt – több és finomabb osztással kell rendelkeznie, megnövelve ezzel a célzás előkészítésére fordítandó időt, valamint minden állítás – emberi tényező – valamilyen valószínűséggel hibás lesz, így összességében a találati valószínűség romlik.
2. Az alacsony sebesség miatt a becslési, mérési hibák káros hatása a találati valószínűsége növekszik. Az alacsony sebesség – adott céltávolság mellett – nagyobb becsapódási szögeket eredményez. Élve azzal a közelítéssel, hogy a röppályagörbe a becsapódási pont megfelelően kicsiny környezetében linearizálható, helyettesítsük azt a becsapódási pontban értelmezett érintőjével. Mozgassuk az adott magasságú célt a becsapódási pontból előre, illetve hátra oly mértékig, hogy a helyettesítő érintővel még metszést kapjunk. Könnyen belátható, hogy a mozgatás távolsága a becsapódási szög növekedésével csökken, azaz a találati valószínűség szinten tartásához pontos távolságbecslés, mérés elengedhetetlen, amelyek kivitelezése harchelyzetben korlátozott. A cél lóirányú mozgása ehhez a gondolatmenethez kapcsolható, a célsebesség eltéréseiből adódó találatipont-eltérés az előzőhöz hozzáadódik, azaz az adott magasságú cél mozgathatóságát a becsapódási ponttól tovább csökkenti, adott találati valószínűség mellett. A cél oldalirányú sebességbecslésének pontatlansága a megnövekvő röpidő miatt lesz jelentékenyebb hatással a találat valószínűségére.
3. Az alacsony sebesség miatt az élő célpont reagálási ideje növekszik. Elsőre furcsának tűnhet ez a felvetés, de gondoljunk végig. A gránát sebessége 70 m/s, a hang sebessége 340 m/s, átlagos reakcióidő 0,5 s, céltávolság legyen 200 m, és a harcoló felek kölcsönösen felderítették egymást. A gránát a 200 méteres röppályát kb. 3 s alatt teszi meg, a lövés hangja kb. 0,6 s alatt. A torkolatdörrej észleléséhez hozzáadva a reakcióidőt 1,1 s adódik, azaz a célszemélynek van kb. 2 másodperce a menekülésre, fedezékbe húzódásra, azt meg sem említve, hogy ezt a gránátot látni is lehet. Összességében ezt a tényezőt a találati valószínűség meghatározásakor figyelmen kívül hagyni nem lehet.
4. Az alacsony sebesség miatt az oldalszél káros hatása a találati valószínűsége növekszik. Hatása összevonható a cél oldalirányú sebességbecsléséből adódó eltérésekkel.
5. Az alacsony sebesség miatt a 400 méteren túl lévő célok nem leküzdhetők. Ez a pont bár nem tartozik a paraméterértékek bizonytalanságához, de mindenképpen tényszerűen kijelenthető, hogy a lőtávolság kiterjesztése harcértéknövelő hatású.

A fentiekből levonható következtetés, hogy ennek a rendszernek az egyik gyengéje az alacsony gránátsebesség, amelyre a meg nem valósult fejlesztésünk során próbáltunk megoldást találni, elviekben sikeresen. Itt megjegyzem, igaz a régi mondás: „a papír mindent elbír”.

## A RENDSZER HARCÉRTÉKÉNEK NÖVELÉSE

Ennek a pontnak a tárgyalásánál fontos leszögezni, hogy minden haditechnikai fejlesztésnél a véccél a harcérték növelése, valamely műszaki paraméter, vagy paraméterek javítása, növelése által. Az alap rendszer tulajdonságait figyelembe véve kijelenthető, hogy a rendszer 200 méterig alkalmas – harcászati elfogadható valószínűség mellett – rendeltetésének megfelelő feladatok végrehajtására, a 200–400 méterig terjedő tartományban nem. A fejlesztés célja az volt, hogy a 200 méteres tartományt ki tudjuk terjeszteni – a műszaki életben általánosan elfogadott alapelvnek megfelelően – legalább 25%-kal úgy, hogy a kiterjesztett tartományon belül a módosított rendszer gyakorlati találati valószínűsége az alaprendszerhez képest ne csökkenjen.

A lőtávolság növelésének többféle megoldása jöhetett szóba:

1. A kivetőtöltet tömegének növelése: megnövekvő mechanikai terhelést jelent a fegyverre, valamint a lövészre, nem járható út.
2. Lövedék tömegcsökkentése: A gránát hasznos tömege csökkenne, amelyből a célban kifejtett hatás és a tömör leküzdési sugár csökkenése következik. Összességében a gránát harcértéke nem növekedne.
3. Póthajtás beiktatása: a konstrukció jellegéből következik, hogy csak rakétahajtás elven működő megoldás jöhet szóba. A hajtóanyag közül (folyékony, szilárd) a szilárd tűnt a kézenfekvőnek. Az indokok a következők: felépítésük egyszerű, üzemkész állapotban tárolhatók, indításuk kis idő alatt megvalósítható, olcsó, az egységnyi tolóerőre eső térszükségletük kicsi, működésükhöz nincs szükség segédberendezésre. Az égési folyamat jól kézben tartható, idejét megfelelő méretezéssel pontosan be lehet állítani.

A lehetséges műszaki megoldások közül a rakéta-póthajtóművel ellátott gránát tűnt optimálisnak és egyszerűen kivitelezhetőnek, így a fejlesztés a továbbiakban ebben az irányban haladt.

A rakétahajtás által elért sebességnövekedés előnyei:

- egyszerre növekszik a lőtávolság és csökken az adott céltávolsághoz tartozó röpidő, így a távolságbecslésből adódó találati pont eltérés csökken,
- a csökkenő röpidő miatt romlik a cél reagálási ideje,
- az oldalszél perturbáló hatása csökken,
- a mozgó cél sebességének pontatlan megítéléséből adódó hiba csökken.

Hátrányaként viszont meg kell említeni a következőket:

- Az alap – befogott fegyverből, laborkörülmények között mérhető – találati valószínűség csökken, amely egyrészt a rakétahajtómű gyártási pontatlanságaiból adódik, ami a gránát hossz tengelyével szöveget bezáró propulziós erővektort eredményez. Másrészt a gránát nutációs és precesszív mozgásából adódó pályagörbe érintő eleve eltér a propulziós erővektor irányától.
- A gránátra felkerülő póthajtómű additív tömeg, amely a gránát működése szempontjából inert.
- A megnövekvő gránáttömeg miatt növekszik a fegyver és a lövész terhelése.

(Folytatjuk)

## JEGYZETEK

1 Egerszegi János: A fegyvergránátok 100 éve, kézirat, 2014