

Földi Ferenc mérnök ezredes

AZ EGYÉNI LÖVÉSZFEGYVEREK FEJLŐDÉSE

A XX. SZÁZADBAN

ÉS

AZ EZREDFORDULÓ TÁJÁN

I. Fejlődés a XX. században

A lövész–fegyver–lövedék eszközrendszer funkcióanalízise című tanulmányom¹ egyes részeiben megkíséreltem meghatározni – igaz végül is a mesterlövész harc eszközrendszerére kidolgozva – az elméleti alapokat, a kölcsönhatásokat és a követelményeket egy általános és alapvetően a lövészkatonára vonatkozó **R** eszközrendszer megalkotásán keresztül. Megítélésem szerint az ott tett megállapítások döntő többsége alkalmazható erre az **R** eszközrendszerre, azaz az általános lövészre (közismerten: a gyalogos katonára), egyéni fegyverére (az alapvető lövészfegyverre) és annak lövedékére (ez utóbbi kettő egy egymással ugyancsak szoros kapcsolatban lévő **R_f** részrendszer) vonatkoztatva is. Ha a követelmények nem is olyan szigorúak, mint egy **R_m** mesterlövész eszközrendszer esetében, a pontosság, hatásosság, alkalmasság képességeinek meghatározása és az azokat befolyásoló tényezők végül is ugyanazok. Az elméleti megfontolásokból kiindulva most már célszerűnek tartom megvizsgálni, hogy mi jellemző a XX.-XXI. század fordulóján a jelentősebb és szerepüket tekintve meghatározó jellegű hadseregek által tömegméretekben használt alapvető lövészfegyverre.

Az a kérdés, hogy egyáltalán van-e alapvető lövészfegyver. A válasz, igen, van. Ez a fegyver az úgynevezett **rohampuska** (más terminológiák szerint: gépkarabély), amely úgy jellemezhető, hogy a lövészkatonára általánosan használatos és adott célra specifikált egyéni lőfegyvere, egy adott hadsereg legnagyobb számban használt és az adott haderőnél általában azonos típusú fegyvere.

A jelenleg használt rohampuskákat vizsgálva kimondható, hogy vannak olyan közös jellemzőik, amelyekkel egy úgynevezett *általános* rohampuska leírható. A továbbiak elején ezzel, a csak elméletileg létező rohampuskával foglalkozom.

Mi a jellegzetessége ennek a fegyvernek. A már lefektetett elméleti alapokra² támaszkodva kijelenthető:

- a fegyver lövedéket lő ki, tehát lőfegyver;
- A transzportáló energiát kémiai úton (lőpor elégetéséből) nyeri, tehát tűzfegyver³;
- a fegyver **a** típusú lövedéket lő ki, mert a lövedék mérhető formájú és tömegű, pontosan leírható szerkezetű tárgy;
- a fegyver a károsító energiát az „a” módszerrel juttatja a célba, mert a lövedék mozgási energiáját használja a károsító energia transzportálására;
- a károsító energia egyenlő a lövedék mozgási energiájával a célban.
- az energiatermelés a fegyverben, ezen belül a fegyvercsőben⁴ zajlik le, tehát belső égésű motornak tekinthető;

¹ Földi F. : A lövész–fegyver–lövedék eszközrendszer funkcióanalízise (a továbbiakban: Tanulmány) www.ZMNE

² u.o. 3.1 pont

³ Fontos megemlíteni, hogy bár az energiaátalakítás a fegyverben megy végbe, a transzportáló energia hordozója (a lőpor) nem a fegyver, hanem a lövedék tartozéka. Az egyesített tölténynek (röviden tölténynek) nevezett szerkezeti egység tartalmazza a lövedéket, a lőport, a csőfar tömítésére szolgáló és az alkatrészeket egybefogó hüvelyt, valamint a lőporégés kiváltását biztosító iniciáló elegyet befogadó csappantyút. A tűzfegyverek az alapvető lövészfegyverek hosszú távon elképzelhető családjának csak egy szegmensét adják, annak ellenére, hogy jelenleg ez a típus a családon belül az abszolút domináns. Annak a kérdésnek a boncolgatásától, hogy a lövészfolyamatra milyen hatással vannak a töltény és alkatrészei (a lövedék kivételével, mert azt részletesen elemeztem) inkább eltekintenek, mert a lövedéket tartom a töltény igazán meghatározó részének. Az ugyanis a tapasztalatom, hogy egy adott lövedékhez általában a maximálisan kihasznált lőpor-csappantyú-hüvely kombinációt alkalmazzák, legalább is addigra, mire a töltény valóban sorozatgyártásra kerül. Kijelenthetjük tehát, hogy a lövedék elvárásai meghatározzák a töltény többi elemének minőségét.

- a fegyver alkalmas a lövésfolyamat reprodukálása többféle tűznemben is;
- a fegyver lövedékmennyiségét a fegyverhez kapcsolható tartozékban (tárban) tárolja.

A további elemzéshez szükségesnek tartom ide átemelni a Tanulmány 3.1 pontjának a fegyverszerkezetre és annak működésére vonatkozó fontosabb megállapításait, átdolgozva a mesterlövész fegyverre vonatkozó szöveget itt az alapvető lövészfegyverre, mint tűzfegyverre vonatkoztatva.

A tűzfegyverek működésének (a lövésfolyamat fenntartásának) biztosítása érdekében mindenképpen elengedhetetlen, hogy a lövedék mozgásvektorával ellentétes irányba a cső vége (csőfar) megbízhatóan (gáztömören, vagy a lehető legkisebb mértékű gázkifúvás mellett) le legyen zárolva, egészen addig a jól meghatározható Δt_z ideig, amíg a lövedék az átmeneti ballisztika zónáját elhagyva, a külső ballisztika által meghatározott röppályára tér⁵. A lezárolásnak viszont olyannak kell lennie, hogy lehetővé tegye a lövésfolyamat reprodukálását is. Különösebb műszaki részletezések nélkül a tűzfegyverek zárolására a következő módszerek terjedtek el:

- a merev zárolás, amikor Δt_z ideig a csőfar és a zároló szerkezet zárt hatásláncban, mechanikus kötésbe kerül egymással (mereven reteszelt rendszerek). A zároló szerkezet kioldását (kizárolás) mindig külön gázmotor végzi⁶ (gázelvételes rendszer);
- tömegzárolás, amikor a csőfar zárolását a zárolótest (tömegzár) tömegének tehetetlensége biztosítja⁷ (szabad tömegzárás rendszerek);
- a két előbbi mód kombinálásával, amikor a zár tömege a csak egy ($<\Delta t_z$) ideig fennálló merev reteszelés miatt számottevően csökkenthető (késleltetett tömegzárás⁸ rendszerek).

A rohampuskáknál azonban nem használatosak a szabad tömegzárás rendszerek, a viszonylag nagy lövedékteljesítmények miatt szükséges nagytömegű zárttestek miatt.

A lövésfolyamat reprodukálása szempontjából azt is szükséges megvizsgálni, hogy milyen folyamatok játszódnak le a reprodukálás érdekében. Mivel a lövésfolyamathoz minden esetben egy transzportáló energia hordozó elemet és egy lövedéket kell az energia-átalakítóba (a fegyvercsőbe) juttatni, a lövés feltételeit biztosítani kell majd ezután a felesleges segédanyagokat a lövés után onnan el kell távolítani, a folyamat ütemezése könnyen felírható:

töltés → lezárolás → lövés → kizárolás → ürítés

⁴ Az ideális csőhossz meghatározásához tudni kell, hogy a sebesség-út függvény görbéje egy bizonyos csőhossz felett már meglehetősen lapos, tehát az energiaszint emelkedés minimális. Ugyanakkor legalább olyan hosszú cső szükséges, hogy a rendelkezésre álló térben biztosan a teljes löpormennyiség elégjen.

⁵ Egyáltalán nem szükséges viszont, hogy ekkorra a löporgázok nyomása *teljes mértékben* a környezeti nyomásra csökkenjen a fegyvercsőben.

⁶ Gázelvételes rendszer. A fegyvercső meghatározott helyéről a löporgázok egy szükséges mértékű hányadát gázhengerbe vezetik, ahol expandálva az energia - mozgási energia formájában - egy gázdugattyúnak adódik át. A gázdugattyú működteti a zároló szerkezet kioldó mechanizmusát.

⁷ Már a lövésből származó impulzus ismertetésénél kifejtésre került, hogy az impulzus-tétel értelmében a lövedék megindulásának pillanatában az impulzust átvevő elem is megmozdul (jelen esetben ez a tömegzár). Megfelelő tömítési rendszerekkel (hüvelykonstrukció), valamint a zár tömegének meghatározásával elkerülhető, hogy lényegesebb gázkifúvást okozhasson a zár megmozdulása.

⁸ Késleltetni alakos kötéssel, aszimmetrikus lengőkarok alkalmazásával, excentricitással, stb. szokásos.

Amennyiben, mint kikötöttem⁹, a tűzfegyver működését egy belső égésű motorénak feleltetem meg, itt is meghatározható, hogy jelen esetben (és ezt az esetet tekintve általánosnak) ez egy ötütemű folyamat, melynek:

- első ütemében megtörténik a lövedék fegyvercsőbe történő juttatása (pl. a tölténytárból), a zároló elem fegyvercső irányában történő mozgásával;
- második ütemében megtörténik a fegyvercső lezárolása a zároló elem és a fegyvercső szilárd összekötésével (közvetlenül, vagy közvetítő szerkezeti elem útján);
- harmadik ütemében leadásra kerül a lövés az elsütőberendezés működtetésével (a megfelelő szerkezeti elem¹⁰ a csappantyúra ütve iniciálja a lőpor égését);
- negyedik ütemében oldásra kerül a zárolási szilárd kapcsolat;
- ötödik ütemében kivetésre kerül a lövésfolyamat hulladéka (itt a töltényhüvely) a zároló elem fegyvercsőtől távolodó mozgásával és általában ebben az ütemben töltődik fel energiával az elsütőberendezés végrehajtó eleme.

A bemutatott ötütemű működésre egyaránt példa a gázelveles, merev reteszelésű fegyverszerkezet és a késleltetett tömegzárás is. Jellemző továbbá, hogy a lövész a lövésfolyamat megindítására szolgáló akaratát a harmadik ütemben közli a fegyverrel, az elsütőberendezés működtetése útján¹¹. A folyamat lejátszódásához szükséges idő meghatározásához figyelembe kell venni, hogy a rohampuska töltények viszonylag hosszú méretűek (továbbá az elcsettent¹² töltényt ki kell üríteni, általában kézzel működtetve, tehát az ürítési úthossz sem lehet kevesebb, mint a töltési) a fegyverből, tehát a töltés-ürítéshez szükséges úthosszak viszonylag nagyok, ezért időigényesek. Nem elhanyagolható az a tény sem, hogy az ürítés megkezdésekor a zárszerkezetnek álló helyzetből kell felgyorsulnia, amely természetesen több időt igényel, mint a mozgásban (repülőstarttal) megkezdett (pl.: zárolási) folyamat kezdet. A szükséges részidők megszabta teljes **tűzütemidő**¹³ ráadásul nem egyenletes, sőt a sorozatlövés kezdetekor nagyobb, mint a sorozat közben

Más rendszereknél az ütemszám csökkenthető, tehát a tűzütem is csökken, az időegység alatt leadott lövések száma (a **tűzgyorsaság**¹⁴) nő. Szabad tömegzárás zárolásnál a háromütemű működés a jellemző, mert a be és kizárás üteme elmarad (nem kell külön szerkezetet működtetni). Szabad tömegzárás rendszereknél a lövész az akaratát az első ütem megindításával viszi át a fegyverre¹⁵.

⁹ A Tanulmány 4.4.1 pontjában

¹⁰ Általában az ütőszeg (önálló, vagy a kakasba, vagy ütőtömbbe épített).

¹¹ Zárt töltényűrű rendszernek is nevezik, mert a lövedék mindig és teljesen lezárolt állapotban várja, hogy a lövész kiváltsa a lövést.

¹² Hiába ütött a megfelelő szerkezeti elem a csappantyúra a lövésfolyamat nem indult meg, akár a töltény hibáiból, akár azért, mert az ütés energiája kevés volt a csappantyú működtetéséhez.

¹³ A folyamatos sorozatlövés két lövése között eltelt átlagos időt nevezzük **tűzütemidőnek**, vagy röviden **tűzütemnek**.

¹⁴ Általánosán a percnként leadható lövésszámot nevezzük **tűzgyorsaságnak**.

¹⁵ Az elsütőbillentyű elhúzásával a tömegzár testét indítja útjára, a zárba mereven, vagy lazán szerelt ütőszeg a töltény betöltésének végén azonnal megindítja a csappantyút. Merev ütőszeg esetén a gyújtás már valamivel azelőtt megkezdődik, hogy a töltény teljesen kitöltené a csőben számára kialakított helyet (előgyújtásos rendszer), de a gyújtási idő és a tehetetlenségek miatt a lövés szinte a teljesen zárt állapotban történik meg, nem előtte. Ezt a megoldást, tekintettel arra, hogy lövésre kész állapotban a töltény nincs a fegyvercsőben nyitott töltényűrűnek (*open bolt*) nevezik, előnye, hogy a fegyvercső két szabad vége miatt jó a csőfurat hűtése.

A lövésfolyamat ütemszámának a sorozatlövés részletes elemzésénél lesz fontos szerepe, tekintettel arra, hogy a folyamat lejátszódásához idő szükséges és ez az idő a folyamat ütemszámával egyre emelkedik¹⁶.

A XX. század végén használt rohampuskák mindegyike a lövésfolyamatot automatikusan reprodukálta, olyan módon, hogy a lövész döntésétől¹⁷ függött a reprodukálás:

- ismétlés (egyes lövés), az elsütő elemeket¹⁸ minden lövés előtt a lövésnek külön működtetni kell;
- sorozatlövés, a lövés-ismétlések automatikusan követik egymást a sorozat hossza (az automatikusan egymást követő lövések száma) a lövész elhatározásától¹⁹ függ, kivéve, ha közben a rendelkezésre álló tölténymennyiség elfogy;
- tüzlökés, azaz a fegyvermechanika által megkötött (2-3) lövésből álló rövid sorozat.

Természetesen a sorozatlövés-hatásosság megítélésének az alapja is a pontosság, azzal kiegészítve, hogy a sorozatban leadott lövések nyomán hány lövedék csapódik a cél felületébe. Az **R** rendszer pontosságának egyik legfontosabb meghatározója, mint már az előzőekben kitértem rá, az a képesség, hogy a fegyvercső milyen mértékben változtatja meg a helyzetét a lövéskor, a célzás során elfoglalthoz képest (mekkora az elugrás mértéke), azaz mennyire tér el a lövedék tényleges röppályája a tervezettől²⁰.

A rohampuska sorozatlövés közbeni viselkedése minden egyes fegyvertípus esetében más és más. Általánosan csak az állapítható meg, hogy a viselkedést (ha a lövész kondícióját konstans értéknek tekintjük) az adott **R_f** (fegyver-lövedék) alrendszer kölcsönhatásai, ezen belül legfőképpen a fegyver ergonómiai és szerkezeti kialakítása határozza meg, mert az alrendszer hatásai a lövész azon képességét rontják, hogy a fegyvert lövéskor a célzással meghatározott térbeli helyzetben megtartsa.

A fegyverszerkezet bőségesen tartalmaz mozgó mechanizmusokat, főleg lengő rendszereket (a töltés-űritéshez, elsütéshez, stb.). Ezek mozgásjellemzőinek és a lövésből származó hátralökésnek a pillanatnyi eredője²¹ terheli a lövést. Az **R_f** alrendszer figyelmen kívül nem hagyható hatásai megítélésem szerint a következők:

- a lövedék torkolati energia és a fegyvertömeg viszonya meghatározza a hátralökő erőt²², azaz az elugrási hajlamot, főleg annak mértékét;

¹⁶A merev reteszelésű fegyverek tűzgyorsasága alacsonyabb, tűzüteme magasabb, mint a szabad tömegzárásaké, de a legmagasabb tűzgyorsaságot (klasszikus felépítésű fegyverek esetében) az előgyújtásos rendszer szolgáltatja.

¹⁷Az erre a célra kialakított, általában egy darab kezelőelem (tűzváltó) beállításával. Egyes esetekben (AUG) a tűznem váltása az elsütőbillentyű elhúzási hosszának megváltoztatásával történik.

¹⁸A rohampuskáknál és a lövész oldaláról ez az elsütő billentyű.

¹⁹Ameddig az elsütőbillentyűt működteti (el nem engedti).

²⁰Elmozdulás mindig van, azonban csak akkor érdemes figyelembe venni, ha olyan mértékű röppályaváltozást okoz, amely már veszélyezteti a cél eltalálhatóságát. A sorozatlövés során a pontosság követelménye azt jelenti, kívánatos, hogy a kilőtt lövedékek minél nagyobb hányada csapódjon a cél felületébe. Az elmozdulásból keletkező röppályaváltozás ugyanakkor azt is jelenti, hogy a pontosság (egy adott rendszernél) szigorúan lőtávolságfüggő, az egymást követő röppályák görbeseregének széttartása miatt.

²¹Az erőhatás vektorának térbeli helyzete, valamint a vektor nagysága is pillanatról pillanatra változik.

²²A torkolati energiából számítható lövedékimpulzus a tömegarányoknak megfelelő fegyverimpulzust ébreszt, az $F_h t = m_f v_f$ összefüggés alapján a hátralökő erő az $F_h = m_f v_f / t$ (ahol $dv/dt = a$ közelítéssel az ismert képletet kapjuk) összefüggéssel számítható. Tehát, ha a fegyver hátralökő impulzusát az időben el tudjuk húzni (nem merev fegyver megfogással, az energia átalakító rendszer [az összezárólt cső és zárszerkezet] elmozdulásának biztosításával, majd e mozgás megfelelő mértékű lefékezésével) akkor lényegesen csökkenthető a hátralökő erő nagysága. Gyakorlott lövők ezt

- a sorozatlövés tűzgyorsasága meghatározza a lövészre ható káros rezgések periódusát²³;
- a fegyvermechanizmus kialakítása meghatározza a fegyverlengés jellemzőit²⁴;
- az R_f alrendszer dinamikus tömegközéppont vándorlása²⁵ befolyásolja a fegyver kézben tarthatóságát.

Mindezen hatásokat komplexen elemezve megállapítható, hogy nagy tűzgyorsaságú, kis lengő tömegeket tartalmazó fegyver (főleg ha a töltött tár tömegközéppontjának függőleges hatásvonala a fegyver tömegközéppontjának környezetébe esik), amennyiben a fegyver/lövedék tömegarány is jól megválasztott, sokkal jobb pontosságot fog produkálni sorozatlövés esetén is, mint abban az esetben, ha ezeket a kérdéseket nem tanulmányoztál kellő gondossággal. Tekintettel arra, hogy a sorozatlövés során a lövedékek által bejárt röppályák a lövésszám emelkedésével egyre inkább széttartóvá válnak, valamint a lövészre ható terhelés a tűzgyorsaságtól is függ, mert nagy tűzgyorsaság mellett az emberi test tehetetlensége a rendszer pontosságának megtartása irányába hat, érthetővé válik a tűzlökés, mint tűznem bevezetése és annak továbbfejlesztése a tűzlökés alatti emelt tűzgyorsasággal. A röppályák széttartása azonban az egyeslövéshez képest mindig lényegesen alacsonyabb hatásos lőtávolságot biztosít sorozatlövésnél.”²⁶

A *rohampuska* értékeléséhez, műszaki színvonalának elemzéséhez és legfőképp annak megítéléséhez, hogy a fegyver mennyire elégíti ki az előző fejezetben az alapvető lövészfegyverrel szemben támasztott követelményeket, mindenek előtt célszerű azt is megvizsgálni, hogy az alapvető lövészfegyver milyen fejlődésen keresztül jutott el az ismétlő puskától a rohampuskáig.

Ha mélyrehatóan vizsgáljuk az elmúlt száz évben történeteket, akkor azt kell megállapítanunk, hogy az alapvető elveket érintően szinte semmi fejlődés nem volt tapasztalható, mert:

- az egyesített töltényt (puskatöltényt) használó, huzagolt csövű, hátultöltős, több lövés leadására alkalmas, *alapvető lövészfegyver az ismétlőpuska a XIX. század végének a terméke*;
- a puskatöltény lövedékének becsapódási energiája a hatásos célzott lőtávolságon (kb. 1000 m) 8-10 szeresen meghaladta a harcképtelenségi határt;

a fegyverrel szembeni engedékenységgükkel érik el. A hátramozgás során azonban mindenképp biztosítani kell, hogy a fegyvercső a saját tengelyében mozduljon el, mert ekkor nem kell röppályaváltozással számolni (ez a felismerés a GEPÁRD puskákban megtestesült találmány alapja is).

²³ Minél magasabb a tűzgyorsaság, annál kevésbé érzékeny (tehetetlensége miatt) a lövész teste a hátralökések hatására. Minél alacsonyabb a tűzütem, időegység alatt annál több lövés éri a lövést, amelyet emiatt kevésbé érzékel ütésnek, inkább egybefolyó tolásként, amit nem akar görcsös igyekezettel kompenzálni. Emellett célszerű a kéz 10 Hz-es önlengésszámától minél jobban elhangolni a sorozatlövés okozta rezgés frekvenciáját ($f_1 = \text{percenkénti lövésszám}/60$ [Hz]). Sajnálatosan a rohampuska kategóriában általános 600 lövés/perc tűzgyorsaság éppen 10 Hz rezgéssel terheli a lövész karjait. Ilyen szempontból a 900-1000 lövés/perc tűzgyorsaság sokkal ideálisabbnak tekinthető, mert elhangolt még a felharmonikusoktól is.

²⁴ A zárolást végző (teljes) szerkezet tömege és a mozgás végpontjain mérhető sebessége határozza meg, hogy milyen ütősszerű terhelést ró a lövészre. Lágy ütközőkkel az ütés mértéke csökkenthető. A rángatás mértéke attól is függ, hogy a nagy tömegű elemek lengésének síkja milyen messze esik a fegyver eredő tömegközéppontjától.

²⁵ A lengőrendszer pillanatnyi helyzete és a töltényfogyás által meghatározott az R_f alrendszer eredő tömegközéppontja által a térben egy görbepályán leírt folyamatos mozgás, melynek pillanatról, pillanatra változó dinamikai jellemzői (az ebredő erő vektorának iránya, értelme és nagysága) határozzák meg a lövész terhelését.

²⁶ Tanulmány 3.1 pont

- a sorozatlövés biztosításának műszaki feltételeit ugyancsak a XIX. század végén már kidolgozták;
- az ismétlőpuskák tömege a 3-5 kg közé tehető, hordásuk, alkalmazásuk már nem okozott túlzott megterhelést;
- az ismétlőpuskák 5-10 lövés leadására voltak képesek (a lövés-ismétléshez szükséges töltényeket a fegyverhez tartozó, vagy hozzá kapcsolható tárban helyezték el, a töltés-ürítés folyamatát kézzel végezték);
- az ismétlőpuskák biztosították az önvédelmet szoros test-test elleni közelharcban is (keményfa tusa, acél tusalemez, feltűzhető szurony);
- az ismétlőpuskákról már az első világháborúban puszkagránátokat lőttek.

Mi volt tehát az az új elem, vagy mik voltak azok, melyek hatására mégis az ismétlőpuskától jellegében és működőképességében jelentősen eltérő fegyver lett a század végére a lövészek alapvető kézfegyvere. Megállapíthattuk, hogy forradalmi újítás ugyan nem történt, a legjellegzetesebb eltérések viszont a következők:

- az alapvető lövészfegyver alkalmassá vált sorozatlövés (esetenként rögzített lövésszámú sorozat) leadására;
- hosszmérete esetenként drasztikusan csökkent;
- a puskatölténynél kisebb torkolati energiájú, rövidebb lőtávolságú lövedéket lő;
- kialakításánál, kezelőszerveinek elhelyezésénél messzemenően figyelembe vették az ergonómiai követelményeket és a jobb-bal kezes kezelés lehetőségének biztosítását;
- a hagyományos természetes és szerkezeti anyagokat, egyre nagyobb mértékben váltották ki műanyag-kompozitokkal.

A fejlődés - folyamatában és nagy vonalakban - a következő volt:

- a két világháború között megjelentek az öntöltő pusokák, a töltési-ürítési folyamatok automatizálása és felgyorsítása érdekében;
- ugyanebben az időben megjelentek a sorozatlövésre képes kézfegyverek, igaz először csak pisztolytöltényt tüzelő változatban (géppisztolyok);
- a II. világháború alatt és után megalkották a puskatölténynél kisebb energiájú ún. rövid töltényekkel²⁷ üzemelő fegyvereket (MP43/44, M1, AK47, M14). A fejlesztés célja a hátralökés, valamint az adott (pl. 150 db-os) töltényjavadalmas tömegének csökkentése volt. Mindkét megoldás a lövész terhelésének mérséklését célozta. A háborús tapasztalatok később a viszonylag rövid (max. 400 m-es) lőtávolságokon belül megvívott tűzharcot valószínűsítették, a fegyvercsövek hossza emiatt (és az új töltények igényei szerint) több mint a felére csökkent, ugyanakkor a fegyverautomatika beépítése miatt a fegyverméretek mégis alig változtak²⁸;
- az egymást érő helyi háborúk tapasztalatai, az új harcjeljárások a torkolati energia csökkenésén túl már a lövedék kaliberének csökkenéséhez vezettek²⁹.

²⁷ A német 7.9 mm-es Mauser, az orosz 7.62 mm-es 43M, az amerikai .30 Carbine - de ez utóbbi inkább nagyobb méretű pisztolytöltényként értékelhető a hengeres hüvelykialakítása miatt - valamint a 7.62 NATO (ezt az amerikai szakirodalom a 30-06 Springfield [.30 US] töltény váltótöltényének tartja)

²⁸ Egy ismétlő hadipuska η_n értéke átlagosan 60% volt, a rövidebb csövű karabélyé 52%. Az MP44 hasonló értéke csupán 45%, az AK-é 47%, az M14-é 50 % lett.

²⁹ 7.62 mm-ről 5.56 mm-re, illetve 7.62 mm-ről 5.45 mm-re, A kísérleti kalibereket 4.8, 4.3, stb. itt és most nem veszem figyelembe.

Az új lövedéket tüzelő fegyver Amerikában (M16) mind ergonómiailag, mind gyártástechnológiailag sok újat hozott a fegyverszerkesztés és gyártás terén. A kiegyenesített tusa (a felugrás csökkentésére), a kézre eső, átgondoltan elhelyezett kezelőelemek, a könnyűfémek és műanyagok széleskörű alkalmazása (a tok precíziós öntéssel készült könnyűfém, a tusa a markolat és a mellső ágyazat műanyag) mind a lövész kényelmét szolgálták. Az eredeti M16 és a módosított lövedékű (SS109) M16A2 fegyverek nyomán minden jelentősebb nyugati hadseregben rendszeresítettek saját tervezésű/gyártású kiskaliberű fegyvereket. Az 5.56x45 mm-es SS109 töltény ma is a NATO rendszeresített alapvető lövéstölténye. Bizonyos idő elteltével az oroszok is áttértek saját kiskaliberűkre, de ez a fegyverszerkezetet csak a mindenképpen szükséges mértékben érintette, gyakorlatilag maradt az AK kialakítás minden előnyével és hátrányával együtt ;

- mint láthattuk az η_h értéket a fegyverautomatika beépítése nagyon elrontotta 60%-ról először 48%-ra (AK) majd a tusába helyezett helyretoló szerkezet miatt javult a helyzet 51%-ra (M16). A kényelmesebb kezelés, a kisebb helyigény (főleg a lövéspáncélosok szűk közlekedőnyílásai miatt) kompaktabb fegyverkialakítást igényelt. Érdekes, hogy már az ötvenes évek elején a brit enfieldi gyár kialakított egy olyan fegyverszerkezetet, ahol a tár az elsütő-markolat mögött, a tusába került elhelyezésre, a fegyver hosszát a csőhossz, a zárszerkezet hossza, valamint a hátrasiklás hosszának összege³⁰. A Bull-pupnak nevezett fegyverelrendezés³¹ valóban majdnem a legideálisabb minimalizálása a fegyverhossznak, az ilyen elrendezés η_h értéke meghaladja a 70%-ot³². Az érdekes műszaki megoldás tömeges méretekben azonban csak a 80-as évektől kezdett elterjedni;
- végül a hagyományos fém-fa fegyverszerkezeteket kezdte kiszorítani a műanyagok átfogó alkalmazása. Először csak azok a szerkezeti elemek készültek műanyagból, amelyekkel a lövész érintkezett (markolatok, ágyazások, tusa)³³, később már az egész fegyvert műanyagba burkolták (AUG), vagy a fegyver tokozatot is szénszállal erősített műanyag kompozitból készítették (G36)³⁴. Természetesen a nagy terhelésnek és kopásnak kitett szerkezetek továbbra is nagyszilárdságú acélból készülnek.

A jobb áttekinthetőség érdekében a felsoroltakat táblázatba foglaltam. A táblázatban szereplő fegyverek és töltények megítélésem szerint elég jól reprezentálják a XX. században végbement fejlődést egy adott hadseregben belül, de ez a táblázat természetesen semmiképp nem tekinthető átfogónak, sokkal inkább szubjektív annál.

³⁰ Valamint némi szerkezeti hossz az ütközőnek, a tok lezárására és a váll-lemez kialakításához.

³¹ Ezt az elrendezést kapáslövésre alkalmatlannak tartják. Ugyanis a két támasztó kéz megfogási pontjai mögé esik a töltött fegyver tömegközéppontja és ezért a célzási helyzetbe való felkapáskor ennek nyomatóka tovább forgatja a csövet felfelé, amit nehéz gyorsan kompenzálni. Emiatt a lövedékek a cél fölött repülnek el.

³² Ennél jobb eredményeket már csak az öntöltő GEPÁRD rombolópuskák tudnak felmutatni, ahol az η_h értéke meghaladja a 75%-ot.

³³ Mindenütt a világon, kivéve Magyarországot. Nekünk hosszú nehéz küzdelemmel sikerült elérnünk, hogy a megfelelő minőségű és már a hatvanas évek közepétől alkalmazott műanyag fegyveralkatrészeinket mára silány gőzölt búkkfa alkatrészekre lecserélni. Az indokként természetesen ebben az esetben is gazdasági megfontolásokat emlegettek, hangoztatva, hogy a hazai műanyagipar nem képes ilyen minőségű termékeket előállítani. Érdekes a magyar ipar mindenre alkalmatlan, ebben az országban csak a gazdasági és pénzügyi szakemberek az egyedül hozzáértők, ők viszont betegesen irtóznak a termeléstől, az új értékek létrehozásától, csak a kereskedelmet tartják egyedül üdvöztetőnek. Az igaz, hogy egy fegyver pontosságát nem a tőzsdei mozgások határozzák meg, az sajnos matematikailag bizonyítható alapokra épül.

³⁴ Az a tény viszont, hogy az AUG tömege (3.6 kg) nagyobb, mint a mart tokos eredeti AK47-é (3.4 kg) azt mutatja, hogy a műanyagok ellenére[még az elsütőberendezés is műanyag] van abban azért vas is szépen. A G36 (3.3 kg) is nehezebb az M16-nál (3.1 kg).

Használó ország	Jellemzők	Puskatöltény	Köztes töltény	Kiskaliberű töltény
1	2	3	4	5
Német	töltény	7.9x57 Mauser	7.9x33	5,56x45 NATO ³⁵
	fegyver	Kar. 98b	MP44	G36
	energia/változás ³⁶	3994	1468 / -37%	1776 / +21%
	ϵ_{E_0} ³⁷	81.5	29.9	73.1
	tömeg/változás ³⁸	8.6	7.8 / -10%	5.2 / -33%
	hossz/változás	1250	940 / -25%	990 / +5.3%
	η_h (behajtott vállt.)	60%	45%	49% (63%)
	szerkezet	ismétlő	gázelvételes	gázelvételes
Orosz	töltény	7.62x54R 39M	7.62x39 43M	5.45x39 74M
	fegyver	MN/30	AK47	AK74
	energia/változás	3717	2019 / -46%	1397 / -31%
	ϵ_{E_0}	81.5	44.3	61.5
	tömeg/változás	7.3	5.9 / -19%	4.9 / -17%
	hossz/változás	1121	870 / -22%	943 / +8%
	η_h (behajtott vállt.)	64%	48% (60%)	44% (60%)
	szerkezet	ismétlő	gázelvételes	gázelvételes
Amerikai	töltény	7.62x63 Springf.	7.62 x51 NATO	5.56x45 NATO
	fegyver	M1903 Springf.	M14	M16A2
	energia/változás	3885	3529 / -9%	2010 / -43%
	ϵ_{E_0}	85.2	77.4	82.8
	tömeg/változás	7.8	7.9 / ~0	5 / -37%
	hossz/változás	1097	1120 / ~0	990 / +10%
	η_h (behajtott vállt.)	56%	50%	51%
	szerkezet	ismétlő	gázelvételes	gázelvételes
Brit	töltény	.303 British	7.62x51 NATO	5.56x45 NATO
	fegyver	Lee Enfield M1	L1A1*	L85A1 IW
	energia/változás	2243	3373 / +50%	1640 / -51%
	ϵ_{E_0}	49	74	67.5
	tömeg/változás	7.9	7.9 / 0	5.9 / -25%
	hossz/változás	1257	1130	770 / -32%
	η_h (behajtott vállt.)	61%	47%	66%
	szerkezet	Ismétlő	gázelvételes	gázelvételes
Francia	töltény	8x51 Lebel	7.62x51 NATO	5.56x45 NATO
	fegyver	Lebel M93	MAS M56**	FAMAS G2
	energia/változás	3364	3237 / -4%	1733 / -47%
	ϵ_{E_0}	67	71	71.4
	tömeg/változás	8.4	7.5 / -11%	5.6 / -25%
	hossz/változás	1303	1010 / -23%	757 / -25%
	η_h (behajtott vállt.)	61%	52%	65%
	szerkezet	ismétlő	gázelvételes	késlelt.tz. bull-pup

* alapvetően öntöltő, de az elsütőberendezés jelentéktelen átalakításával automatává tehető;

** öntöltő

³⁵ A német fejlődés nem volt töretlen, a háború után előbb a 7.62x51 NATO töltényes G3 fegyvert rendszeresítették, ami visszalépés volt az MP44-hez képest, csak a HK 33 rendszeresítése jelentette a kalibercsökkentést.

³⁶ A lövedék torkolati energiája (J) és a változás mértéke előjel helyesen.

³⁷ A torkolat közelében mért v_0 lövedék sebesség alapján számított fajlagos energiasűrűség [J/mm²].

³⁸ A fegyver tömegének változásából és minden esetben – az összehasonlíthatóság érdekében – 150 töltényes javadalmazással számolva, de nem beleértve a töltények tárolására alkalmazott eszközök (tár) tömegét (kg-ban).

A táblázat szolgál néhány érdekességgel:

- a lövedékek torkolati energiája a kiskaliberre történő áttérés során felére csökkent a puskák lövedékeihez képest. Ez igen jelentős lőtávolság csökkenést eredményezett, még akkor is, ha figyelembe vesszük, hogy a puskatöltények magas lőtávolságát egyszerűen a látótávolság (megbízható célzási távolság) behatárolódása miatt nem lehetett kihasználni;
- bár esetenként a rohampuskák tömege nagyobb, mint az ismétlőpuskáké, a kiskaliberre történő áttéréssel 30-40%-os terheléscsökkenést lehetett elérni a lövész számára, hadipuskák használatához képest;
- a kiskaliberű rohampuska lövedékeknek a csőtorkolatnál mért ϵ_{E_0} fajlagos energiasűrűsége a köztes töltényeknél (7.62x39, 7.9x33) mintegy a felére csökkent a hadipuska töltényekhez képest (kivéve a 7.62x51 NATO töltényt³⁹, mert a brit és francia hadipuska kaliberekhez képest például magasabb lett). A kiskaliberű lövedékek ϵ_{E_0} értéke alig marad el, illetve a francia és brit esetekben meg is haladja a hadipuskák fajlagos energiasűrűségét. Természetesen ez csak azt jelenti, hogy a kiskaliberű lövedékek átütőképessége általában *egészen közeli* lőtávolságokon nem rosszabb a köztes kaliberek lövedékeinél;
- a rohampuskák η_h értéke csak a bull-pup változatoknál haladja meg az ismétlő hadipuskák értékeit, de a fegyverhossz mintegy 40%-os csökkenése mellett. A hagyományos kialakítású gépkarabélyok alig rövidebbek a puskáknál, de η_h értékük majd harmadával romlott, főleg a fegyverautomatika jelentős helyigénye miatt;
- az oroszok kiskaliberre történő áttérése csak a visszalökő erő mérséklésében hozott hasznot, tekintettel arra, hogy az áttérés nem járt fegyvertípus váltással⁴⁰.

Az eddig felsoroltak megmutatták, hogy amennyiben *rohampuskát* emlegetünk, akkor is több (legalább három) fegyverfajta kell értenünk alatta, mert a részletes elemzéshez egyszerűen nem lehet olyan jellemzőket találni, amelyek minden rohampuskánál legalább jó közelítéssel hasonlóak lennének. A legcélszerűbb felosztás megítélésem szerint a rohampuska kalibere lehet. Ennek alapján már megítélhető, hogy az adott kaliberű rohampuska mennyire felel meg az első fejezet végén felállított követelményeknek (minden esetben azonos kondíciójú lövést számítva a humán oldalon). A megméretésre három fegyver-lövedék alrendszer választottam, a 7.62x39 kaliberűt R_{f0} , az 5.45x39 kaliberűt R_{f02} és az 5.56x45 kaliberűt R_{f5} jelöléssel. Ezeket vizsgálva megállapítottam:

³⁹ Jelezve, hogy ez a töltény csak az amerikai felfogás szerint minősül köztes tölténynek (a 30-06 Springfield töltényhez képest), amúgy méretes puskatöltény a javából, mint ahogy az eredete is mutatja (→.308 Winchester).

⁴⁰ Az eredeti AK47 konstrukciót csak annyira változtatták meg amennyire azt az új töltény mindenképpen megkövetelte, valamint néhány alkatrészt (tusa, markolatok, ágyazat, tár) acélbetétes műanyagra cseréltek. A lövedék fajlagos energiasűrűségének jelentős növekedése ellenére az átütőképesség (egyedül csak erre a lövedékre jellemzően) valamivel rosszabb lett, mint a köztes töltény lövedékéé, köszönhetően a lövedék feltűnően rossz belső kialakításának.

A 7.62x39 mm-es kaliberű R_{fo} alrendszerre:

- a kaliber meghatározó fegyvere az AK47/AKM gépkarabély, mely már több mint ötvenéves konstrukció, ugyanakkor a legnagyobb számban gyártott alapvető lövészfegyver a világon;
- 7.62 mm-es 43M töltény PSz jelű 7.9 g tömegű, teljes köpenyes, ólominges, acél magvas, csónaktestű lövedéke igen jó küllballisztikai jellemzőkkel rendelkezik⁴¹. Kezdősebessége átlagosan mintegy 715 m/s, torkolati energiája 2.02 kJ. Ezt az energiát a röppályán lassan veszíti el. A legalább tizenháromszoros ölőhatással induló lövedék a röppályán stabil, nem hajlamos az oldalgásra, vékony faágak, aljnövényzet kevésbé térítik el a lövonaltól. Az egyszerű, robusztus fegyverszerkezet egyes lövéskor nyugodtan viselkedik, a mechanikus, nyílt irányzék és az igen rövid irányzóvonal dacára, normál légköri viszonyok mellett 400 m lőtávolságon is alkalmas eredményes (már az első lövésre biztos találatot adó) célzott **egy**es lövések leadására. *Az alrendszer **kielégíti** a pontosság követelményét;*
- a lövedék átütőképessége páncéllemezre nem jelentős (100m-en ~ 2 mm), ami a szerencsétlenül kialakított acélmagnak köszönhető⁴². Aramid-szövet alapú személyi páncélatok ellen a hatásos célzott lőtávolságon, III. fokozatú⁴³ betétekkel ellátott mellények ellen már közéről is hatástalan. Páncélatütésre a speciális BZ jelű edzett acél hegyes-magvas lövedéket lehet használni⁴⁴, átütő képessége mintegy 8 mm, de ez nem képezi a lövész alapellátását. *Az alrendszernek a rendszeresített lövedékekkel **nem megfelelő** a hatásossága;*
- a fegyvermechanika biztosítja a lövész számára a lövésfolyamat ismétlését egyes- és sorozatlövés tűznemekben. Sorozatlövés során azonban az elvárható pontosság hatásos lőtávolsága igen alacsony⁴⁵. Ötven méter lőtávolságon túl sorozatlövessel semmilyen testhelyzetből nem lehet egynél több találatot elérni emberalak méretű célban. A sorozatlövés csak lőtávolságokon és csak önvédelemre használható jól⁴⁶. *Az alrendszer **csak***

⁴¹ $l/d = 3.5$, a keresztmetszeti terhelés = 0.17 g/mm^2 .

⁴² A lövedékmag kialakítása tipikusan világháborús eredmény, nem az átütőképesség növelését célozta, hanem a drága ólom kiváltását. A gyakorlatilag hengeresnek tekinthető (mindkét végén lapos) lágyacél mag egy óloming által oldalról és előlről körülfogva illeszkedik a lövedék köpenyébe. A becsapódáskor ez az óloming lecsúszik a lágyacél magról miközben mozgási energiájának csak egy igen csekély részét adja át annak. A lágyacél átütőképessége páncélon nem számottevő.

⁴³ A lövedékálló anyagokról szóló NIJ 0101.03. amerikai rendőrségi szabvány szerinti védelmi fokozat

⁴⁴ Ha éppen rendelkezésre áll. Az MH egyes logisztikai szakemberei úgy tudják, hogy erősen igénybe veszi a fegyvercsövet, ezért használatát ellenzik. Az orosz tervezők nem így tudják (ugyan mitől nőne az igénybevétel, amikor az edzett acélmag ólomingben van, és a lövedék tömege sem nőtt, mert a lágy és az edzett acél sűrűsége azonos! Az viszont kétségtelen, hogy ez a töltény sokkal drágább, mint a hagyományos. Egy újabb tipikus gazdaságossági dilemma: a majd négyszeres páncélatütő képesség miért lenne szempont....

⁴⁵ Ennek ellenére az MH Löv/2 szabályzata 350 m-re is sorozatlövést ír elő, amit a kiképzők kellő alapossgal meg is követelnek. Érdekes elgondolni, hogy löszerhiányra való hivatkozással a magyar katona alig kap töltényt a kiképzéshez, de annak harmadát, kétharmadát egész egyszerűen elpocsékolatják vele. Évek óta harcol egy szakmai kisebbség ennek a lehetetlen állapotnak a megszüntetéséért, mindaddig eredménytelenül. Egyszerűen érthetetlen számomra, hogy ma, amikor már lehet a szovjet tervezésű AK hibáiról is beszélni, akkor miért nem lehet ezekből a szükséges következtetéseket le is vonni. Továbbá számomra kérdéses az is, hogy miért nem ésszerűbb a löszereket szavatosságuk lejárt előtt kiképzésre felhasználni, mint a lejárt szavatosságúak megsemmisítéséért fizetni. De ez már nem ennek a dolgozatnak a témája....

⁴⁶ A hazai tervezésű és gyártású AMP gépkarabély amortizált mellső markolata és csúzó mellső ágyazása miatt 2 lövéses rövid sorozatok lövésekor némileg 100 m felett is megfelelő pontosságot biztosított. A válltámasz amortizációja azonban a rúskagránát lövés energiájának elnyelésére készült, a beépített rugó merevsége miatt nem érvényesülhetett a megoldásban rejlő minden előny maradéktalanul. Az AKM fegyverek csőtorkolat kompenzátor viszont csak azután léphetett működésbe, amikor a lövedék már elhagyta a csőtorkolatot, tehát a már elmozdult fegyvert próbálta meg visszalökni az eredeti helyzete *felé*, lövész pillanatnyi kondíciójától függő eredménnyel, de mindenképpen lengésre készítette a fegyvercsövet.

igen rövid távolságon felel meg a pontossági követelményeknek a lövésfolyamat folyamatos fenntartása során;

- a fegyver 30 lövés leadását teszi lehetővé, utána tárat kell cserélni⁴⁷. A teljes javadalmazás 150 töltény. Ez a tölténymennyiség megfelelő gondossággal végzett tüzelés mellett több, mint elegendő. *Az alrendszer kielégíti a lövésfolyamat kötött számú ismételtőségének és a folyamatos ismétlés fenntarthatóságának követelményeit;*
- a robosztus felépítés, a megfelelően méretezett keményfa tusa⁴⁸, a megfelelő szilárdságú markolatok, valamint a felszerelhető többfunkciós rohamkés biztosítják a lövész számára a szoros közelharc eredményes megvívását. A fegyverről eredeti kialakításában puskagránát nem indítható, de a nyolcvanas évektől kezdve a fegyvercső alá 40 mm-es gránátvető kapcsolható⁴⁹. *Az alrendszer megfelel az önvédelem követelményeinek;*
- egyrészt a fegyver csak részben alkalmas kapáslövés leadására, mivel a hárompontos irányzási mód meglehetősen lassú célzást tesz lehetővé. Másrészt a fegyver biztosító elemének (tűzváltó) kialakítása egyszerűen alkalmatlan arra, hogy biztosított helyzetből gyorsan tűzkész helyzetbe legyen kapcsolható (a tűzváltó nem működtethető a lövő kézzel úgy, hogy az a pisztolymarkolatot mindvégig fogja, sőt a szabályzat szerint azzal a kézzel el is kell engedni a fegyvert és csak a mellső ágyazatot fogva lehet végrehajtani a műveletet!). A tűznem váltásának erőszükséglete indokolatlanul nagy, az átkapcsolás biztonsága nem megfelelő (kapcsoláskor túlfuthat). Kibiztosított fegyverrel harci alakzatban mozgást végezni (főleg rossz látási és talajviszonyok között) viszont csak az átlagosnál lényegesen jobban kondicionált lövésszel célszerű. *Az alrendszer nem felel meg a kapáslövés követelményeinek;*
- a hagyományos puskakialakítású és felépítésű, törtvonalú-tusás pisztolymarkolatos fegyver tömege a rohamfegyverek csoportjában közepes, hossza átlagos, jóval méteren aluli, ugyanakkor a méretéhez képest csőhossza nem túl jelentős, az η_h a legrosszabbak közé tartozik. Tömege nem akadályozza a huzamos használatot, a lövésből eredő hátralökést megfelelően ellensúlyozza minden különösebb amortizáció nélkül. Mérete nem teszi könnyűvé a harcjárművekbe való be és kiszállást, erre csak az aláhajtható acéllemez válltámaszos (AKSz, AKMSz) változat megfelelő ($\eta_h = 60\%$), behajtott válltámaszú fegyverrel viszont nem lehet pontos lövést leadni a hatásos lőtávolságra⁵⁰. A fegyver ergonómiai kialakítása nem tükrözi (tükrözheti - tekintettel a korára) a modern elveket. A robosztus (nem éppen anyagtakarékos felépítés miatt viszonylag nagy lengőtömegek (a felütközési végpontokon minden csillapítás nélkül), a durván kidolgozott fa alkatrészek

⁴⁷ A tárcsere az AK fegyvereknél elég problémás. Nem könnyű beletalálni a fegyver tárfészkébe és nem egyenes vonalú mozdulattal kell bekapcsolni a tárat (beütni), hanem ívet leírva. A tárkioldás sem a legszerencsésebb. A tárcsák hordására szolgáló tártáska ragasztódó szerettel őrzi a tárcsákat, amely stresszhelyzetben nem éppen előnyös. Az arab lövések legalább harminc éve alkalmazzák két tele tár összekapcsolását ragasztószalaggal, de ez annyira nem alakias megoldás, hogy javasolni sem merném. A számos változatban kapható gyári összekapcsoló elemek rendszeresítése viszont megint csak gazdasági krízishelyzetet idézhetne elő.

⁴⁸ Főleg a végén az acél tusalap!

⁴⁹ Az MH rendelkezésére álló AK fegyverek puskagránátot nem tudnak löni. Erre egyedül az 1973-ban rendszeresített AMP volt alkalmas, de ebből személyi torzszalkodások miatt (mi más miatt is!) ellátás nem történt. Azóta még a meglévő néhány ezres készletből is sikerült gyorsan megszabadulni. A kilencvenes évek elején Egerszegi János kialakított egy, a fegyvercső alá szerelhető és ürméret feletti gránátot indító rendszert, mely gránátot kézigránátból lehetett néhány perc alatt kialakítani. Az igen figyelemre méltó eredmények ellenére a fejlesztés teljes közönybe fulladt. Állítólag hivatalosan kijelentették, hogy az MH-nak nincs igénye puskagránát használatára. Ebben is egyedülállóak vagyunk a világon.

⁵⁰ Ez minden behajtható válltámaszú, tusájú fegyverre egyaránt igaz!

(főleg a pisztolymarkolat) és a lövész testével érintkező barátságtalan acélalkatrészek (acél tusalap, esetenként a tárfenék) nem a műszaki finomságok bizonyítékai. A kezelőelemek (tűzváltó, tárkioldó, zárkertet felhúzókar) elhelyezése azt az elvet követi, hogy a lövésznek a fegyver tűzkésszé tétele a lehető legnagyobb kényelmetlenséget okozza⁵¹. Egyértelműen megállapítható, hogy a konstrukció alakította a formát és nem a lövész igényeihez alakították a konstrukciót. A fegyver csak nappali harcra alkalmas, csupán egyes példányokat láttak el az éjszakai harc eredményes megvívásához szükséges berendezések felerősítését elősegítő infrabakokkal. Ezek az infrabakok semmilyen nyugati éjjellátó készülék csatlakozással nem kompatibilisek⁵², továbbá alkalmatlanok folyamatos tüzelés közben a bármilyen optikai irányzék megbízható, elmozdulás mentes rögzítésére. A megfogás megbízhatatlansága miatt az optikai eszközöket (az orosz gyártmányú éjjellátók gyenge hatásfokúak, nappali optikai irányzék pedig nincs a fegyverhez) minden felkapcsolás után újra és újra célszerű beszabályozni. *Az alrendszer nem felel meg az ergonómiai követelményeknek*⁵³.

- Az AK fegyverek a világ legmegbízhatóbb rohampuskái. A teljes élettartamra vetített meghibásodási ráta 3-4 ‰ körüli érték, de ebbe a szélsőséges viszonyok közötti üzemeltetést is bele kell érteni. A fegyvermechanika megőrzi működőképességét extrém hidegben és melegben, sőt szitáló homokban is, amelyet csak a 7.62 mm-es AK konstrukcióról lehet elmondani⁵⁴. A túlméretezett gázmotor elég energiát biztosít a szennyeződések okozta megakadások leküzdéséhez is, a fegyver alkatrészek jól megválasztott tűrésmezői megakadályozzák az összeszorulásokat. *Az alrendszer megfelel a megbízhatósági követelményeknek.*

Összefoglalva a 7.62x39 kaliberű (és alapvetően az AK rendszerű fegyverekre épülő) R_{f0} alrendszer maradéktalanul nem felel meg a modern egyéni lövészfegyverrel szemben támasztott követelményeknek, mert hatásossága, ergonómiája, kezelhetősége elmarad a szükséges mértéktől.

Az 5.45x39 mm-es kaliberű R_{f02} alrendszerben:

- a kaliber meghatározó, az ezredfordulón is egyedül rendszeresített fegyvere az AK74/AKSz74 gépkarabély, amely alapvetően a kiskaliberű töltény alkalmazása miatt mindenképpen megkövetelt módosításokban tér el az AK47 fegyvertől. Vitathatatlan, hogy néhány fa alkatrészt műanyagra cseréltek, valamint műanyag testű táraikat alkalmaznak, de ezek a változások semmiféleképp nem tekinthetők forradalminak. Semmivel nem javult a fegyver ergonómiai kialakítása sem;

⁵¹ Egy nehezebben járó, megszorult tűzváltó, vagy felhúzókar működtetése fizikai fájdalommal járhat.

⁵² Ezért nem sikerült az MH ÖBK-nál összehasználni az AMM fegyvereket a nyugati éjjellátókkal. Ötvenszázalékos eredményt értek el, eredményes célfelderítést már tudnak végezni a sötétben, csak lőni nem.

⁵³ Ezt még sikerült tovább rontani a fegyvertervezés állatorvosi lovának tekinthető magyar AMD-63 gépkarabélynál. A rövidített csőhossz miatti nagyobb kilépő gáznymásból eredő amúgy is magasabb intenzitású torkolatdörejt a máskülönben hatástalan csőszájfék a fájdalomküszöb közelébe erősítette. A rövidebb csőhossz következtében a nem túl jelentős hosszúságú irányzóvonal lényegesen rövidebb lett. A mellső markolat normálhoz képest negatív állásszöge, a drótszerű válltámasz, amelyhez nem lehet odatámasztani az állat (ráadásul közelharca is alkalmatlan, igaz szuronyt sem lehet szerelni a rövidebb csőre) tovább rontott a helyzeten.

⁵⁴ Egész pontosan a hazai FÉG által gyártott AKM, AMP, AMD, AMM, stb. fegyverek megbízhatóságát igazoltuk többszöri 15.000 lövéses élettartam nagylőpróbával. Kavargó homokvihart támasztva is dadogva bár de 150 töltényt voltunk képesek ellőni (különböző, de meghatározott tűzfilmekben) folyamatosan, akadály nélkül.

- a 74M jelű 5.45⁵⁵x39 mm-es töltény a maga nemében akár csúcsmodellnek is tekinthető lenne, de összességében inkább problémákat, mint előnyöket hozott az oroszok számára. A lövedék torkolati sebessége átlagosan 900 m/s, torkolati energiája 1.39 kJ. Vitathatatlan, hogy a 25.5 mm hosszú, hegyes csúcsú, 3.42 g-os, teljes köpenyes, lágyacél magvas, ólominges csónaktestű lövedék alakja inkább a nagylőtávolságú tüzérségi lövedékek alakjára emlékeztet, emiatt külbálsztikai jellemzői⁵⁶ kiválóak (viszonylag lapos röppálya, a kaliberében páratlan pálya menti állékonyság, kis energiavesztés, stb.). A rendkívül kedvező lövedék alaknak köszönhetően hatásos célzott lőtávolsága megfelel a 7.62 mm-es AK-énak. A lövedék természetesen érzékenyebb az oldalszélre és a kisebb ágak, aljnövényzet eltérítő hatására. *Az alrendszer **kielégíti a pontosság követelményét.***
- az átütési jellemzői rendkívül rosszak. Köszönhető ez a lövedék (a 43M PSz lövedékével azonos konstrukciójú) acél magvas felépítésének⁵⁷. Hiába magasabb majd 40%-kal a fajlagos energiasűrűsége, mint a 7.62 LPSz lövedéknek, átütőképessége mégis kisebb, főleg az elkonyuló lövedékornak köszönhetően. *Az alrendszer hatásossága **nem megfelelő.***
- a kisebb lövedéktömeg kisebb impulzust ébreszt, emiatt a sorozatlövés pontossága vitathatatlanul javult, de inkább a furcsa, de igen hatásos csőszájféknek (mert a fegyver ergonómiája nem igen támogatja a pontos sorozatlövést). Mindezek mellett a pontos sorozatlövést biztosító lőtávolság meghaladja a 100 m-t. *Az alrendszer **csak rövid távolságon felel meg a pontossági követelményeknek a lövésfolyamat folyamatos fenntartása során;***
- A kaliberváltás következtében átalakított fegyverszerkezet elvesztette a hagyományos AK megbízhatóságot, a szennyeződésekre sokkal érzékenyebbé vált.

Összefoglalva: a fejlesztés és kaliberváltás ellenére az **R_{f02}** alrendszer összességében rosszabbá vált, mint az elődnek tekinthető **R_{f0}** alrendszer, tehát még annyira sem felel meg a modern rohampuskával szemben támasztott követelményeknek, mint az elődje. Pusztán a rosszul megválasztott lövedék-konstrukció elegendő volt ahhoz, hogy a máskülönben, a kiskaliberek között feltűnően pontos **R_{f02}** fegyver-lövedék alrendszer a hatásosság szempontjából mélyen a lehetőségek alatt teljesítsen.

*Az 5.56x45 mm-es kaliberű **R_{fS}** alrendszerre:*

- bár a kaliber máig klasszikus fegyvere az amerikai M16 az ezredfordulóra minden magára valamit is adó ország (amelyik nem tartozik az orosz érzékenyében) ellátta hadseregét (főként hazai tervezésű, de legalább is otthon licenciában gyártott) 5.56x45-ös alapvető lövészfegyverekkel⁵⁸;

⁵⁵ Valójában inkább 5.38 mm. A kísérleti első változatok ürmérete volt 5.45 mm (Zala Károly a FÉG egykori főkonstruktőrjének közlése)

⁵⁶ l/d viszony 4.7, a keresztmetszeti tényező 0.15 g/mm².

⁵⁷ Ráadásul az acélmag tompa hegye és a lövedékköpeny csúcsának belseje közötti űr ilyen kis méretekben nem volt ólommal teljesen kitölthető, emiatt folytonos vád éri az oroszokat, hogy *indokolatlan szenvedést okozó* lövedéket alkalmaznak (az üreges lövedékcúcs a testbe csapódáskor erősen deformálódhat, emiatt az egyenes löcsatorna helyett zegzugos, erősen ronsolt falú löcsatornával kell számolni).

⁵⁸ Függetlenül attól, hogy azelőtt VSZ tag volt-e, vagy sem. Itthon 1986-ban kezdődött meg egy teljesen AK verziójú 5.56x45 NATO kaliberű fegyver (FÉG NGM) kifejlesztése, de túlságosan alacsony élettartamot produkált (<10.000 lövés), bár ez javítható lett volna, de erre sem volt semmiféle hazai érdeklődés. A hazai kiskaliberű tölténygyártás (V9) minősége egyenesen siralmas volt, igaz a gyártás csak kísérleti jelleggel folyt. Végül is az akkor még létező Jugoszlávia profitált a legtöbbet belőle (a csőfurat krómozás technológiájának átvételével).

- a 223 Rem. kaliber jelzésű, 5.56 mm-es M193 jelű *haditöltény* 3.5 g tömegű, teljes köpenyes, ólom magvas, hegyes orrú, de tömzsi (18.8 mm) lövedéke igen rossz küllballisztikai jellemzőkkel⁵⁹ rendelkezik. Kezdősebessége átlagosan mintegy 1000 m/s, torkolati energiája 1.75 kJ. Ezt az energiát a röppályán viszont gyorsan veszíti el. A lövedék a röppályán instabil, vékony faágak, aljnövényzet már eltéríti a lövonaltól. Normál légköri viszonyok mellett is csak 2-300 m lőtávolságra alkalmas eredményes célzott **egyes** lövések leadására⁶⁰. A lövedék átütőképessége páncéllemezre méretéhez képest jelentős (100 m-en kb. 4-5 mm), meghaladja a 7.62 mm-es 43 PSz lövedékét. A küllballisztikai problémák kompenzálására dolgozták ki az SS109 (5.56x45 NATO) jelű töltényt. Ennek 4.05 g-os teljes köpenyes acél/ólom magvas lövedéke jelentősen hosszabb az M193-énál (23 mm hosszú, de ez sem csónak alakú). Kezdősebessége némiképp csökkent (980 m/s-ra), a tömeg és hossznövekedés miatt azonban lényegesen javultak a küllballisztikai jellemzők⁶¹. A lövedék érzékenysége a röppályán érezhetően csökkent. A különleges mag kialakítás⁶² miatt páncéltörő képessége alig marad el a 43M BZ lövedékétől. Az SS109 lövedékéhez viszont nem volt megfelelő az eredeti 305 mm-es menetemelkedéssel huzagolt cső, hanem 177.8 mm-es új menetemelkedésű csövet kellett alkalmazni (M16A2/A3)⁶³. Az alrendszer pontossága az új lövedékekkel sem növekedett számottevően, éppen csak eléri a megkívánt 400 m-es határt. Az ezredforduló rohampuskái (L85A1 IW, AUG, G36, stb. alapkivitelükben tartalmazznak 1.5 - 3.5-szoros nagyítású optikai irányzékot (a mechanikus irányzékmal rendelkezők mindegyikére szerelhető optikai irányzék), ezzel könnyebbé teszik a lövész számára a célfelismerést és a pontos célzást, ez azonban nem javítja a lövedék küllballisztikai tulajdonságát, tehát az alrendszer pontossága csak csekély mértékben javulhat. Bár közeli lőtávolságokon az SS109 lövedéke képes átütni a kerekas orosz lövészpáncélosok oldallemezét, a maximális célzott lőtávolságon hatástalan a személyi páncélzat ellen. *Az alrendszer pontossága épp hogy csak teljesíti, hatásossága viszont nem éri el a megkövetelt szintet;*
- minden ebben a kaliberben létező rohampuska alkalmas sorozatlövésre, vagy tüzlökés leadására, a többségük mindkettőre egyaránt. A lövedék viszonylag

⁵⁹ Keresztmetszeti tényező 0.14 g/mm², l/d viszony 3.38.

⁶⁰ nem szabad elfelejteni, hogy eredetileg vadásztöltény lövedékéről van szó (a *vadászi*as lőtávolság nem több, mint 150-200 m!). Amerikai elemzők szerint viszont ennél nagyobb lőtávolságra nem is igen kell lövéseket leadni. Ha figyelembe vesszük, hogy a fegyver tesztelése Vietnamban történt, az ottani növényzettel erősen fedett terepen ez a megállapítás helytállóan tekinthető. A lövedék hírhedt *hidrodinamikai sokkhatása* csak részben igazolható és csak egészen közeli találatok esetén. Hazai méréseink szerint ennek a hatásnak a kialakulása nagy részben valóban a lövedék becsapódási sebességétől függ (általánosan elfogadott nézet, hogy 850 m/s feletti sebességeknél) de kisebb mértékben a lövedéktömeg is befolyásolja (pl. a 46.5 g-os 12.7 mm-es B32 lövedék esetében már 800 m/s felett is. A rendkívül kicsi lövedéktömeg (3.5 g) nem minden esetben kedvez a hatás létrejöttének.

⁶¹ Keresztmetszeti tényező 0.16 g/mm², l/d viszony 4.1

⁶² A lövedék csúcsába, a köpeny alá egy kb. 4 mm-es magas edzett, hegyes acélkúpot sajtoltak, a teljes ólomtömeg e mögött található. Becsapódáskor ez az ólomtömeg, mint kalapács a szöveget, üti át az acélkúpot a páncéllemezen, miközben a keletkezett lyukon az ólom is *átfolyik* és a túlloldalal cseppekké összeállva - mint apró sörétszemek - okoz roncsolásos sérüléseket.

⁶³ A régi M193 töltény lövedéke csak a 305 mm menetemelkedéssel (M16, M16A1, FAMAS F3, FN, stb.), az SS109-é csak a 178 mm-es menetemelkedéssel huzagolt fegyvercsőből (M16A2, FAMAS G2, FNC, G36, stb.) lehető ki megbízhatóan, mert felcserélés esetén a lövedék már egész kis távolságon (néhány száz méter) olyan mértékben kezd imbolyogni, hogy akár az oldalával csapódik a célba. Köztes megoldásként használják a 230-250 mm-es emelkedéssel huzagolt csöveket (AUG, G36, FÉG NGM, stb.), melyek mindkét lövedéket lehető. Mindenesetre tanulságos megjegyezni, hogy a régi nyugati kiskaliberű rohampuska verziók nem alkalmasak az egységes NATO töltény SS109 lövedékének megbízható tüzelésére, bár kilövik azt!

kis impulzusa kedvez a sorozat vezetésének⁶⁴. A fegyverekre vagy az egyenes (a fegyvercső tengelyébe eső) tusakialakítás, vagy a Bull-pup (a fegyvercső hátsó részének egy darabja eleve a tusában van) kialakítás a jellemző, amely következtében tovább csökken a felrántási hajlam. Egyes fegyverek magasabb (800-900 lövés/perc) tűzgyorsasága szintén kedvez a pontosságának, de a hatásos lőtávolságra eredményes sorozat nem löhető, mert csak az első lövedék találja el a célt. A tüzlökés tűznem alkalmazása nem a pontosságot (a tűzütem nem változik), hanem a lőszerpocsékolás megakadályozását szolgálja. *Az alrendszer pontossága sorozatlövéskor **csak korlátozott lőtávolságra megfelelő**;*

- általánossá vált a 30 töltényes táruk alkalmazása, egyre több fegyver alkalmas a szabvány NATO (M16A2) tár befogadására. A biztosított, (általában 150 db-os) töltényjavalmazás megfelelő mértékű;
- minden fegyver ellátható rohamkéssel, valamint mindegyik kialakítása alkalmassá teszi ütések, döfések leadására, azok háritására (még a műanyagtestű fegyverek szilárdsága is megfelelő). Minden fegyverről löhető puskagránát a csőről, de újabban a cső alá szerelt 40 mm-es gránátvetők használata kezd elterjedni, annak ellenére, hogy az űrméretes gránátok rombolóereje lényegesen kisebb a fegyvercsőről indított űrméret feletti gránátokénál. A 40 mm-es kumulatív gránátok páncélatütő képessége csak lövészpáncélosok ellen elegendő, igaz az űrméret feletti kumulatív puskagránátok is hatástalanok a modern harckocsik ellen. Tény, hogy a kisebb gránátméret kevésbé veszi igénybe a lövést. *Az alrendszer önvédelmi képessége **megfelelő**.*
- A fegyverek kezelőszerveinek elhelyezése (M16, GALIL, FAMAS, stb.) alkalmassá teszi azokat a jobb és balkezes használatra egyaránt, könnyű elérhetőségük lehetővé teszi a kapáslövés végrehajtását is. A Bull-pup fegyverek kapáslövésre kevésbé alkalmasak a már ismert okok miatt. Az optikai irányzékok vályú jellegű segédírányzékai megfelelőek erre a célra. *Az alrendszer hagyományos felépítésű fegyvercsoportja **alkalmas** kapáslövés leadására;*
- A fegyverek tömege 3-5 kg közötti, méretük a hagyományos kivitelben⁶⁵ méter körüli, a Bull-pup változatoké ennek mintegy kétharmada, ezek η_h értéke a legjobb (~70%). A Bull-pup fegyverek érdekes módon nehezebbek, mint a hagyományos puskaformájúak. Természetesen a Bull-pup fegyverek könnyebben alkalmazhatók főleg növényzettel erősen fedett, nehezen járható terepen és harcjárművekből. A rohampuskák kezelőelemei pontosan ott vannak, ahol azoknak lenniük kell az egyszerű és gyors elérhetőség miatt, de akad néhány vitatható megoldás is (pl. az AUG tűzváltója és biztosítója⁶⁶). A fegyverek szállítására egyre elterjedtebb megoldás az optikai, illetve hagyományos irányzékot (vagy csak a nézőkét) magában foglaló merev

⁶⁴ A lövész azon képessége, hogy sorozatlövés közben a találatokat minél inkább a cél közelébe kényszerítse.

⁶⁵ A legelegánsabb mind között (megítélésem szerint) azonban az M16A1, mert miközben megőrizte az évszázadok során kialakult hagyományos formából származó minden előnyt, szerencsésen ötvözte azokat a modern kor követelményeivel. Sajnos az M16A2 bizonyos visszalépést jelent például a hengeres mellső markolat miatt.

⁶⁶ Az AUG tűznem kiválasztása az elsütőbillentyű-elhúzás hosszának változtatásával történik. Az egyes lövésnél megszokottnál lényegesen hátrább (kis akadályon keresztül) kell húzni a billentyűt ezért minden esetben a sorozatlövés egy jól érezhető dadogással indul. A biztosító keresztolású rendszerű, jól meg kell tanulni, hogy a kitapintott állása éppen mit jelent, mert máskülönben lepillantással nem látható.

hordfogantyú⁶⁷, emiatt kissé magasabbra emelkedik az irányzóvonal a csőtengelyhez képest, mint a hagyományosan elhelyezett irányzékok esetében⁶⁸. ugyanakkor minden fegyver rendelkezik hordheveder⁶⁹ alkalmazásához kapcsoló-elemekkel. A hagyományos fa-fém szerkezeti anyagokat egyre jelentősebb mértékben váltották fel a műanyag kompozitok (az L85A1 IW, a FAMAS G2, de leginkább az AUG szinte teljesen műanyagba van burkolva. A G36-nak még a tokszerkezete is szénszálas műanyag-kompozitból készült) ezek megfogási biztonsága és energia elnyelő képessége jobb a hagyományos fegyveranyagokénál. *Az alrendszer **alkalmas a folyamatos szolgálati és harc feladatok ellátására**;*

- a nyugati kiskaliberű rohampuskák jellemző élettartam és megbízhatósági adatai nem állnak rendelkezésemre, ilyen jellegű vizsgálatokat (főleg töltényhiány miatt) végezni nem volt módomban. A szélsőséges körülmények során végzett néhány mérés alapján, valamint annak a tükrében, hogy a kiskaliberű AK is rosszabb eredményeket produkált, mint a hagyományos jogosan feltételezem, hogy ezek a fegyverek sem érik el a hagyományos AK fegyverek megbízhatóságát. Főleg a nagy hidegben és a szitáló porban vesztek el működőképességüket⁷⁰. *Az alrendszer **nem elégíti ki a megbízhatóság követelményét.***

Összefoglalva: az **R₁₅** alrendszer sem elégíti ki az ezredvégen reálisan felállítható követelményeket (annak ellenére, hogy sok jellemzőjében megfelel annak), főleg az alacsony hatásos egyes és sorozatlövéses pontosság miatt.

A 7.62x51 NATO kaliberű rohampuskák részletes elemzését nem tartottam célszerűnek, tekintettel arra, hogy bár jelentős számban megtalálhatók még a világ alapvető lövészfegyverei közt, de használati súlyuk (tekintettel az azokat alapvető lövészfegyvernek alkalmazó hadseregek súlyára) nem meghatározó.

Az ezredforduló általános egyéni lövészfegyverének tekintett rohampuska (gépkarabély) elemzését lezárva megállapítom, hogy az sem általánosságban, sem egyedei kialakítását tekintve **nem elégíti ki** az előző fejezetben meghatározott követelményeket, főleg alacsony pontossága és korlátozott megbízhatósága miatt, bár kétségtelen, hogy ergonómiai kialakításában egyre jobban közelít a követelményekben rögzítettekhez. A rohampuska még mindig az évszázadok óta ismert és alkalmazott (és feltehetően lehetőségeinek a végéhez igen közel érkezett) károsító energia transzportáló módszert és lövedék típust alkalmazza, mert még mindig a lőporgázok égéséből nyert mozgási energiával hajtott lövedék becsapódási energiáját használja fel az ellenség harcképtelenné tételéhez, továbbá ez a lövedék ballisztikus röppályán jut el a célba. A röppálya befolyásolására, a biztos találathoz szükséges mértékű

⁶⁷ A legtöbb hordfogantyú azonban nem a töltött fegyver tömegközéppont függőleges hatásvonalába esik ezért azok előre, vagy hátra lógnak. Az M16 például orrnehéz, ezért lógó kézben hajlamos a kanalizásra, ami ilyen lövedéksebességek mellett végzetes lehet.

⁶⁸ a korabeli magyar szaksajtóban számos bírálat érte emiatt az M16 fegyvert, mondván az irányzóvonal túlságosan magasra került, emiatt a lövőnek indokolatlanul magasra kell emelni a fejét a célzáskor a fegyvercsőhöz képest. Egyes hazai szakírók ebből kifolyólag fejlovéses amerikai halottak tömegével borították el a vietnami dzsungelt. Tekintettel arra, hogy az M16 irányzóvonalá átlagosan mintegy 10 mm-rel van magasabban, mint az AK-é nem igazán magyarázható (figyelembe véve pl. az AK 100 m-en mért szórását is) szakmailag ez a kifogás. Minden esetre azóta sem változtatták meg az új M16 változatokon sem ezt a méretet.

⁶⁹ Szokatlan, hogy az M16 hordheveder kapcsolópontjai elhelyezése miatt a tár és a pisztoly markolat *vállon helyzetben* a lövész hóna alá kerül.

⁷⁰ Vizsgálataink során az M16, az AUG, a HK33, a GALIL (külön érdekesség, hogy az UZI is!) egyaránt elakadt a szitáló porban, ez utóbbi kettő annak ellenére, hogy csak félautomata üzemmódban volt használható. Jellemző, hogy az izraeli sivatagi járőrök mindig visznek magukkal egy 7.62-es AK47-est is a csapatban, *ultima ratioként!* De hivatkozni lehet az amerikai katonák hozzáállására is Vietnamban, vagy újabban Irakban is.

módosítására nincs mód, miután a lövedék elhagyta a fegyver csövét. Ennek a módszernek az a legnagyobb hátránya, hogy viszonylag alacsony a hatékonysága, mert átlagos harcéri helyzetet alapul véve a cél(ok) folyamatos mozgása, illetve fel és eltűnése erősen nehezíti a korrekt célzást. Még korrektnek tekinthető célzás mellett sem garantálja azonban a ballisztikus röppálya a biztos találatot, hiszen a lövedék, repülése közben, folyamatosan ki van téve a környezet hatásainak, tehát a röppálya alakja a behatások mértékének megfelelően módosul. A módosító tényezők sem állandóak az idő függvényében, mindig más a lövedéket érő eredő hatással kell számolni. Főleg nagy távolságokra várható az R_h rendszer pontosságának jelentős csökkenése. A harcmezőn azonban az van előnyben, aki **messzebbre és pontosabban** lő. Viszonylag pontatlan R_h rendszerek alkalmazásakor a tűzsűrűség⁷¹ növelése némiképp javíthat a helyzeten. A tűzsűrűség a lövések számának növelésével⁷², illetve a lövésfolyamat folyamatos reprodukálásával (sorozatlövés) növelhető. Természetesen a sorozatlövés szóráskepe döntő hatással van a valóságos tűzsűrűségre⁷³. A sorozatlövésel kieszközölt tűzsűrűség növelés viszont erősen apasztja az amúgy is mindig kevésnek bizonyuló lőszerkészletet⁷⁴. Be kell látni tehát, hogy a pontos találat lehetőségének biztosítására - a hatásos lőtávolságig és szélsőséges, gyorsan változó környezeti körülmény között - az ezredforduló gépkarabélyai egyszerűen alkalmatlanok. Bár kétségtelenül igaz, hogy a lövedék kezdősebességének drasztikus emelésével⁷⁵ a pontossága és a hatásosság némiképp növelhető (ugyanakkor a még elviselhető hátralökés érdekében a lövedéktömeget csökkenteni kell!⁷⁶), de a környezet zavaró hatásai ekkor sem kerülhetők meg.

Összefoglalva: az ezredforduló rohampuskája és annak lövedéke (az R_f alrendszer) még igen távol van az ideálistól, ugyanakkor az R_h rendszer ezen R_f alrendszer alkalmazásával érezhetően a lehetőségeinek határához ért. Természetesen továbbfejlesztéssel az R_h rendszer hatásfoka némiképp növelhető, de igazán forradalmi javulás - meglátásom szerint – reálisan már nem várható el tőle!

⁷¹ A tűzsűrűség egy adott felületegységre eső találatok száma. Eloszlása korántsem egyenletes, hanem az egyes lövésekhez rendelt R_h rendszerek találati képének eredője. Szoros összefüggésben van a célok felületegységre eső számával, a célsűrűséggel, mert a célsűrűség növelésével a tűzsűrűség csökkenthető.

⁷² Ekkor viszont a saját célsűrűség nő.

⁷³ Sorozatlövéskor felfelé erősen elmozduló fegyver egy adott lőtávolságon alkalmatlan a tűzsűrűség növelésére, legfeljebb a harcér mélységében.

⁷⁴ Ellenőrizhetetlen nyugati forrás alapján egy sebesítő találat eléréséhez majd 50.000 lövést kell leadni. Én ezt az adatot irreálisnak, fordítási hibának, hazugságnak, vagy egyszerűen statisztikai szemfényvesztésnek tartom (lehet, hogy a lövést kapott sérültek számát vetették össze a raktárakból kiadott töltények számával, ami messze nem a leadott lövések száma). Ha ez a szám valós lenne, már rég felhagytak volna a modern hadseregek az egyéni lövészfegyverek alkalmazásával, illetve nem lenne igazolható, hogy terület megtartására és folyamatos ellenőrzésére csak a gyalogság alkalmas. Utánaszámolva (napi 150 töltény javadalmazás alapján) egy lövészraj több, mint egy hónapos folyamatos lövöldözés után érne csak el egyetlen találatot az ellenségén.

⁷⁵ Nő a becsapódási sebesség, stabilabb lesz a röppálya, stb.

⁷⁶ 8 g-os lövedék 4 kg tömegű fegyverből csak akkor indítható 1800 m/s sebességgel, ha a fegyver komoly és összetett amortizációs rendszerrel rendelkezik. Amortizáció nélkül pl. egy M16A2-ből 1800 m/s-mal indított lövedék tömege nem lehet 3 g-nál több (ha a fegyverszerkezet a szükséges nyomás nagyságát egyáltalán elviseli).

II. Tervek az ezredvégre és a megvalósult álmok

Áttanulmányozva a 60-as, hetvenes évek magyar⁷⁷ és külföldi szakirodalmát az alapvető lövészfegyverek kategóriájában a szakírók forradalmi változásokat jósoltak az ezredvégre:

1) nem a hagyományos energia-transzportációs elven működő fegyverek megjelenését, ezen belül:

- folyadék hajtóanyagú fegyverek (figyelembe véve, hogy pl. a benzin fajlagos energia tartalma nagyságrenddel nagyobb, mint a lőporé, ugyanakkor pl. a benzin az égéshez szükséges oxigént nem tartalmazza, azt a környezet levegőjéből kell biztosítani);
- koherens párhuzamos fénynyaláb által transzportált hőenergia alkalmazása (a lézerpuskák);
- részecske fegyverek (mézerpuskák);
- a károsító energiát akusztikus elven előállító és transzportáló fegyverek (infrahang puska);
- elektromágneses hajtás elven működő hajtógépek (puskák).

2) a hagyományos transzportációs elven működő fegyverek működésének lényeges egyszerűsítésével létrehozott fegyverek megjelenését, ezen belül:

- eléggő hüvelyű és hüvely nélküli töltényt alkalmazó fegyverszerkezetek;
- többlevedékű, illetve kötegelt túlvedékű (flachette) töltényt használó fegyverek;
- mozgó, illetve forgó, vagy több töltőűrű, illetve osztott töltőűrű fegyverek.

3) a hagyományos transzportációs elven működő, de növelt hatású lövedékek elterjedését, mint a:

- nagysűrűségű lövedékek;
- leváló köpenyes, űrméret alatti, szárnystabilizált, vagy tú lövedékek.

Megvizsgálva, hogy ezek a műszaki megoldások tulajdonképpen milyen előnyöket kívánnak biztosítani a hagyományos rohampuskák szolgáltatásaihoz képest, meg kellett állapítanom, hogy ezek (bármilyen szerteágazók is az ötletek) tulajdonképpen három csoportba sorolhatók:

- a tűzsűrűség növelése;
- a lövedék hatásosságának fokozása;
- merőben új károsító-energia transzportáló megoldások, vagy a tűzsűrűség, vagy a lövedék (α , vagy β típusú egyaránt) hatásosság, vagy mindkettő együttes növelésére.

A tűzsűrűség növelése

A felsorolt és α típusú (tehát mérhető tömeggel és kiterjedéssel bíró) lövedéket használó fegyverek egy része⁷⁸ az R_f alrendszer hatásosságának emelését a tűzsűrűség

⁷⁷ Elolvasva a 70-es – 80-as évek haditechnikával foglalkozó nyílt terjesztésű hazai szakirodalmát, meglepődve fedeztem fel, hogy a katonai felső vezetés által kötelezően elvárt, vagy beleírt ájult szovjet-dicséretet átugorva igen objektív és alapos műszaki ismereteket mutató szakmunkákra lehet találni. Jellemző, hogy az akkori titkosnak minősített írások jelentős része elveszett, a maradék viszont nem éri el a nyílt tudósítások színvonalát.

⁷⁸ az 1) jelű változat első, valamint a 2) jelű változat összes megoldása

növelésével kívánták elérni egyrészt a folyamat ütemszámának csökkentésével (nagyobb tűzgyorsaság), másrészt az egyszerre indított lövedékek számának növelésével⁷⁹ ami szintén kvázi tűzgyorsaság (feltételezve azt is, hogy a lövedékek némiképp eltérő röppályát írnak le, tehát a viszonylag kis szórás egyenesen növelni fogja a találati valószínűséget⁸⁰). Az ütemszám csökkentése, mint tudjuk, a tűzütemidő csökkentését, ezzel a tűzgyorsaság növelését eredményezi.

A hagyományos *ötütemű* rohampuska működéshez képest az eléggő hüvelyt alkalmazó fegyver az ürítési ütem elhagyását eredményezte, ebben az esetben négyütemű működéssel számolhatunk. Ha a lövedéket egyenesen a lőpor belsejében kiképzett üregbe ágyazzák, akkor a töltéshez szükséges úthossz is csökkenthető mintegy 10 mm-rel. Hátránya ennek az utóbbi megoldásnak, hogy a lövedék bevezetése a csőfuratba meglehetősen nehézkes, illetve a csőfurat élének vágódó (rosszul irányított) lövedék egyrészt rongálja a fegyvercsövet, másrészt olyan deformációkat szenvedhet, hogy nem lesz képes követni az előírt röppályát.

A folyadék hajtóanyagú fegyverek esetében a kivetési ütem mindenképpen elmaradhat, tehát legfeljebb *négyüteműként* kell rendszerezni azokat.

A forgó töltényű fegyver a töltési-zárolási és kizárolás-kivetési ütem egyesítését szolgálja. Tekintettel hogy ez a két összevont ütem is egyszerre történik csak az elsütés kíván önálló ütemet, ezért ez a rendszer *kétüteműnek* tekinthető és igen nagy tűzgyorsaságok elérésére alkalmas.

Egyéb mozgó töltőű fegyverek ütemszám csökkentő hatása a konkrét működéstől függ, de nem lehet jobb, mint az előző kétütemű. Ennek a megítélésénél figyelembe kell venni a következő megfontolást is: az elsütés azért számít önálló ütemnek, mert a zárszerkezet mozgása (ha a zárolás merev, illetve a zármozgás a fegyvercső tengelyére merőleges, akkor mindenképp) addig meg kell álljon, amíg a lövedék a gázutóhatások zónáját el nem hagyja. Szabad tömegzárás rendszereknél ez a megállás csak addig tart, amíg a lövés impulzusa az ellenkező irányba meg nem indítja a zárat. Más a helyzet a forgó csökötegű fegyvernél (pl.: a Gattling⁸¹ rendszer), mert a lövés ütemezése nem értelmezhető. A töltés, zárás, elsütés, kizárolás, kivetés ötütemű folyamata bár csövenként igaz ugyan, de mégis egyetlen folyamatnak kell tekinteni, mert a csököteg egyetlen körülforgása alatt végbemegy (függetlenül a csőszámtól). A fegyver szempontjából a tűzgyorsaságot a csököteg fordulatszáma és nem az egyes csövek által elérhető tűzgyorsaság határozza meg, mert jellemzően (kevés kivételtől eltekintve, mint pl.: a Mi 24-es 12,7 mm-es orrfegyvere), a csököteg forgatását külső energiaforrással (elektromotor) oldják meg.

Az osztott töltőű fegyverek a (később ismertetésre kerülő) nagyteljesítményű lőszerkezt igen hosszú töltényéből fakadó nagy töltési-ürítési úthosszakokat (és ütemidőket) kívánják mérsékelni azzal, hogy a lőportöltetnek valamilyen lépcsős, vagy megtört formát adnak.

Villamos gyújtású csappantyú alkalmazásával az elsütés ütemideje is nagyságrenddel csökkenthető, csak akkor külön villamos energiaforrást kell biztosítani. Épp a Gattling-rendszerrel szerzett tapasztalatok segítettek rávilágítani, hogy a működési sebesség és ezzel a

⁷⁹ Egymás mögött, vagy egymás mellett elhelyezett lövedékeket, tükötegeket, illetve csigatárszerűen, sok lövedéket indító töltényekre adtak szabadalmi oltalmat a világ számos országában.

⁸⁰ három egymás mellett repülő lövedék esetében egy nagyobb valószínűséggel találja el a célt (vagy igen, vagy nem).

⁸¹ A Gattling rendszer két fontos hiányosságát azonban figyelembe kell venni: a csököteg forgási sebessége csak néhány lövés leadása után stabilizálódik, valamint a forgó cső a lövedékkel a fordulatszámától függő mértékű tangenciális vektorú sebességkomponenst is közöl, amit célzási helyesbitéssel kell korrigálni, de ennek értéke csak már stabil szögsebesség esetén lesz állandó érték, tehát a sorozat első lövései szanaszét repülnek. Emiatt a rendszer épp a *pontos* rövid tűzcsapások leadására nem alkalmas. A jelentős tömegű forgórész indításakor és leállításakor fellépő tehetetlenségi nyomaték nagyon igénybe venné a lövész karjait (ha valóban kézfegyverként akarnák alkalmazni, nem csak akciófilm csemegeként, bár 22LR kaliberben érdekes lenne összehozni egy elektromos hajtású hatsövűt! Vessük össze azzal, hogy a jugoszláv 22LR kaliberű NGV 176 géppisztoly milyen irtózatossággal képvisel az 1800 lövés/perc tűzgyorsaságával. Volt szerencsétlenségem egy igazságügyi fegyverszakértői vizsgálatom során tapasztalni).

tűzgyorsaság külső energiával működtetett zárszerkezetek esetében lényegesen növelhető, hiszen a tűzütemidő még mindig nagyságrendekkel nagyobb, mint az az idő, amelyre a lövedéknek a gázutóhatások zónájának elhagyására szüksége van. Természetesen rögtön felvetődik a szükséges energiaforrás méretének, tömegének a kérdése, amely megoldatlansága miatt mindezidáig nem lehet ilyen rendszerű rohampuskákkkal találkozni.

Mindezeket figyelembe véve nem lehetetlen a 2000-4000 lövés/perc tűzgyorsaságok elérése sem⁸², bár kérdéses, hogy az ilyen sebességgel mozgó fegyverszerkezetek kezelése milyen dinamikus terhelést róna a lövőre. Figyelembe kell venni, hogy az ilyen tűzgyorsaságok tűzüteme csupán 0.02-0.04 másodperc, tehát az emberi érzékelés szabta határok miatt ezekből a fegyverekből a lövész (ha saját maga állítja az elsütőbillentyű elhúzásának idejével a sorozatlövés időtartamát) nem képes 20-25 lövésnél kevesebbet leadni. Mindenképpen tehát lövésszám határolót kell beépíteni, mert máskülönben az adott R_f alrendszer reakcióideje határozná meg a leadható minimális lövésszámot.

A nagy tűzgyorsaságú sorozatlövés felvet egy eddig nem tárgyalt további *pontossági* problémát. Lövéskor, miközben a lövedék a fegyvercsőben előre mozog, mozgásmennyiségének megváltoztatására és alakváltoztatásra kényszerítő erők hatnak rá⁸³, ugyanakkor a lövedék ugyanilyen irányú és mértékű, de ellenkező értelmű erőkkel hat a fegyvercsőre. Ezek a csőanyag rugalmassági határára belüli feszültségeket ébresztő erőhatások pillanatnyilag deformálják a fegyvercsövet, majd ez a deformáció a lövedék elhaladását követően megszűnik. Egy adott pillanatnyi lövedékhelyzethez tartozó csőszelvényben a deformációk méretét és irányát az erőhatásokon kívül a csőszelvény anyagának minősége, az anyagszerkezet homogenitása, és természetesen a falvastagság is befolyásolja. Mivel teljesen homogén acélszerkezet (kristályrács szinten) még a tankönyvekben sem létezik, könnyen belátható, hogy a szelvényt alkotó kellően kis ($\Delta A \rightarrow dA$) mikrofelületek elmozdulása sem lehet azonos mértékű. Emiatt a fegyvercső folyamatosan transzverzális és longitudinális hullámok ölelésében vonaglik. A lengések következtében viszont a csőtorkolat folyamatosan változtatja (még ha igen kis mértékben is) a háromdimenziós térben elfoglalt helyzetét. Egy sokszor hangoztatott téves elképzeléssel ellentétben, a lövészfegyverek pontosságát alapvetően nem a fegyvercső hossza határozza meg⁸⁴, hanem a csőfurat állapota, a csőtorkolat 2-3 kaliberhosszúságú környezetében. Ha ez a csőrész a térben folyton változtatja a helyzetét és ezt éppen akkor teszi, amikor a lövedék benne halad (és arra készül, hogy éppen e csőrész által meghatározott induló paraméterű röppályára térjen), akkor nem lehet kétséges, hogy a pillanatonként változó mértékű és irányú röppálya eltérések (a célzással meghatározottól) azzal arányos mértékben befolyásolják a találati pontosságot, amilyen mértékűek éppen ezek az eltérések. Ez a kérdés igazán csak a nagyteljesítményű mesterlövész puszkák s a versenyfegyverek esetében jelent gondot, de a kiemelkedően magas tűzgyorsaságú fegyverek esetében a hatások felerősödhetnek, főleg, ha ezen hatások által gerjesztett lengésszámok (és felharmonikusaik) a fegyvercső önlengésszámához közel esnének. Befolyást gyakorol ebben a kérdésben még a nagy tűzgyorsaságból származó erős melegeedés, ami megváltoztathatja bizonyos szilárdsági jellemzők értékét is.

⁸² Legnagyobb előnye az ilyen magas tűzgyorsaságnak, hogy mielőtt a lövész egyáltalán érzékelné, a rövid (3-5 lövéses) sorozat lövedékei már régen elhagyták a fegyvert. Más kérdés, hogy az eredő hatás végül akár hanyatt is lökheti.

⁸³ Az egyszerűség kedvéért az erőket tengelyirányú, radiális és tangenciális erőkkel célszerű helyettesíteni. Ezek pillanatnyi eredője a tényleges terhelő erő.

⁸⁴ A csőhossz akkor játszik szerepet a pontosságban, ha összefüggés van a csőhossz és az irányzóvonal hossza (pl. a célgömb a csőtorkolat közelében van felszerelve) között, mert akkor hosszú csőhöz hosszú irányzóvonal tartozik. A hosszú irányzóvonal viszont a célzás pontosságát segíti elő. A csőhossz azonos konstrukciójú fegyver és töltény esetén a lövedék torkolati sebességét befolyásolja, tény viszont, hogy a nagyobb sebességű lövedék (nagyobb stabilitása miatt) valamivel jobb pontosságot szolgáltat, kivéve, ha a sebesség miatt romlana a lövedék engedékenységére (bár ez a jelenség ilyen csőhosszakban nem várható).

Azt sem szabad figyelmen kívül hagyni továbbá, hogy bár a nagy tűzgyorsaság miatt a lövő csak késve érzékeli a hátralökést, de egyszer érzékeli, és akkor sokkal fokozottabb mértékben, tehát emiatt is mindenképpen szükséges egy bizonyos lövésszámba korlátozni a sorozat hosszát. Egyetlen általam ismert kísérleti fegyvermegoldás sem enged meg nagysebességű tűzcsapásban 3 lövésnél többet.

Végül vizsgáljuk meg, milyen előnyökkel jár a nagy tűzsebesség:

- a lövész anatómiája (a reakciók késedelme miatt) miatt a kislőtávú sorozatlövés pontossága jóval nagyobb, mint a hagyományos tűzgyorsaságnál;
- a pontosság növekedése azt eredményezi, hogy nő azon lőtávolság is, ahol az emberalak méretű cél felületébe a sorozat egynél több lövedéke is becsapódhat, a lövedék megfelelő ballisztikai kialakítása függvényében akár szinte a teljes hatásos lőtávolságon;
- a több találat eredő károsító energiája jobban igénybe veszi a célszemélyt, bár személyi páncélzat esetén akár a három találat sem biztos, hogy egyetlen áthatolást is eredményezne.

Összegezve: a tűzsűrűség növelése önmagában nem oldja meg a hagyományos szerkezetű lövedék hatásossági gondjait pusztán azzal, hogy jelentősen növeli a sorozatlövés pontosságát. A növelt tűzsűrűségű sorozatlövés is csak olyan lőtávolságon belül hatásos, amikor a találati pontosság (a sorozatlövés szórás képe) biztosítja, hogy a cél felületére több találat is essen. A hatásosság igazi növeléséhez a lövedék célban kifejtett hatását is radikálisan növelni szükséges.

Fokozott hatású lövedékek alkalmazása

A lövedék célban kifejtett hatásának növelése azóta vetődik fel egyre élesebben, mióta tömegesen elterjedtek a személyi páncélzatok, főleg a (huzamos viselhetőség határán belüli tömegű) különleges lövedékálló betétezések (amelyek már a puskatöltények páncéltörő lövedékeinek közeli találatát is felfogják). Már az előző fejezetben is szó volt róla, hogy az **R_f** alrendszer hatásos lőtávolságán belül, ilyen védelemmel ellátott ellenség elleni, eredményes harc az ezredforduló reális követelménye. Az ilyen személyi páncélzatok áttörésének jelenlegi ésszerű fajlagos energiasűrűség igénye **88 J/mm²** értékűre tehető⁸⁵. Ezt a becsapódási fajlagos energiasűrűséget (400 m lőtávolságot feltételezve és hagyományos szerkezetű páncéltörő lövedéket alkalmazva), jó közelítéssel, $v_0 = 1170-1190$ m/s torkolati sebességgel lehet biztosítani. Az 5.56x45 NATO töltény SS109 kiskaliberű lövedékét illetően erre a célra reálisan elérhető torkolati sebesség nincs (már a számított szükséges becsapódási sebesség >2100 m/s !). Látható tehát, hogy a jelenleg járatos rohampuska kaliberek 400 m lőtávolságban még akkor sem alkalmasak a feladat elvégzésére a hagyományos lövedék konstrukciókkal, ha a lövedéksebesség radikális (de még reális) növelésére sor kerülne. Emellett nem szabad elfelejteni, hogy egy adott lövedék sebességének növeléséhez, vagy a lőpor mennyiségét, vagy a fajtáját kell megváltoztatni. A lőpormennyiség növelése nagyobb térfogatú hüvelyt, vagy égőteret (elégő hüvelyű fegyvereknél) igényel, a töltényhossz növekedés miatt viszont a töltés-ürítés ütemideje is nő. Nagyobb átmérőjű hüvelyek alkalmazása az automatikus adogatás⁸⁶ működési hibáit növelné (pl. a nagyobb feladogatási

⁸⁵ Az idézett amerikai rendőrségi szabvány IV. védelmi fokozata alapján számított érték

⁸⁶ A tölténynek a tárból való kiemelését és a csőfurat tengelyébe való juttatását biztosító művelet.

magasság és a rövid töltényhossz miatt főleg nagy tűzgyorsaságoknál nő a töltény keresztbefordulás, beékelődés veszélye). A lövedéksebesség növekedése (azonos lövedékek esetében) a lőporgázok közepes nyomásának⁸⁷ növekedéséből származik. Brizánsabb lőport alkalmazva a növekedést a maximális gáznyomás⁸⁸ értékének jelentős növekedése eredményezi. Lassúbb égésű lőport alkalmazva a növekedés az előbbihez képest kevésbé kiugró, de tartósabban magas nyomáslefolysis következménye. Mindkét esetben, ha nem is egyforma mértékben és egyforma helyen a fegyvercső sokkal jobban igénybe lesz véve, emiatt vastagabb csövet és erősebbre méretezett zárat kell alkalmazni. Emiatt viszont nő a fegyver tömege (ami egy határig, pl.: 5 kg, nem is hátrány), de sajnos nőnek a lengő tömegek is. A gondolatmenet eredményeképp meg kell állapítanom, hogy a hagyományos rohampuskák esetében a transzportáló energia növelésére építő lövedéksebesség növelés önmagában nem oldja meg a hatásosság kérdését.

A lövedéksebesség - adott és állandó transzportáló energiamennyiség mellett - a lövedék tömegének csökkentésével növelhető, ebben az esetben viszont (ha nem jár kalibereszközzel) azonnal csökken a fajlagos keresztmetszeti terhelés, romlik a röppálya megtartásának képessége. Mindezek kiküszöbölésére készítették el (igaz először löveg kaliberekben) a leváló köpenyes lövedékeket⁸⁹. Vadászfegyverek lövedékeként az utóbbi időkben a kézfegyver kaliberekben is elterjedt. Egy példával kívánom megvilágítani az alkalmazhatóságát:

7.62 mm-es AK karabélycsőből azonos torkolati energiával indítva egy 4 mm átmérőjű 5 g-os edzett acélnyilat (ez megközelítően 50 mm hosszúságot eredményez) majd egy hagyományos LPSz lövedéket, megállapítható, hogy a nyíllövedék torkolati sebessége 900 m/s-ra (negyedével), fajlagos keresztmetszeti terhelése : 0.4 g/mm²-re (több mint kétszeresével), l/d viszonya: 12.5-re (majd négyszeresével), végül fajlagos torkolati energiasűrűsége 161 J/mm²-re (négyszeresére nő). Természetesen sokszorosára nő azonban a lövedék ára⁹⁰ is.

A példa önmagáért beszél, de az is tény, hogy megfelelő kialakítású és stabilitású űrméret alatti lövedék kifejlesztése hatalmas erőfeszítéseket igényel. Ugyanakkor végül is sajnálattal kell megállapítanom, hogy nem értünk el az eredeti célhoz képest áttörést hozó eredményt, mert a szükséges 88 J/mm² becsapódási fajlagos energiasűrűség alapján számított lövedéksebességnek 665 m/s-nál nagyobbak kellene lennie. Az igen jó fajlagos keresztmetszeti terhelés ellenére a lövedék pályamenti sebességvesztése feltehetően meghaladná a ($\Delta v = v_0 - v_b$ alapján számított) 235 m/s nagyságú, megengedhető maximális sebességcsökkenést. Az eredeti lövedék sebességvesztése ugyanezen a távolságon nagyobb 400 m/s-nál. Más kérdés azonban, hogy mi történne, ha ennek az acélnyílnak a csúcsát wolframkarbid hegygel készítenénk. Tömegváltozás nélkül mindenképpen rövidebb lenne a lövedék, tehát a stabilitása is csökkenne, de minden más jellemzője változatlan maradna, továbbá feltehetően képes lenne a kerámiapáncél betét átütésére⁹¹.

Ugyancsak járható útnak tűnik a hagyományos acélmagvas lövedékek acélmagjának nagyobb sűrűségű (keményfém) magra való lecserélése a geometriai méretek és a lövedéktömeg változatlanul hagyása mellett. Ebben az esetben az azonos küllballisztikai

⁸⁷ A lőporgázok csőfúratban mért pillanatnyi nyomásértékeinek az összegzett átlaga ($p_{köz}$ [MPa]).

⁸⁸ A csőfúratban mérhető legnagyobb gáznyomás értéke, nem sokkal a lövedék megindulása után mérhető és csak a lövedék utáni csőszakaszra hat (p_{max} [Mpa]).

⁸⁹ Melyek űrméretes lövedékként indulnak a fegyvercsőből. A kisátmérőjű lövedéket körülvevő, az űrméretes cső megfelelő tömítését és az űrméret alatti lövedék megvezetését biztosító csekély tömegű elemek (papucsok) a röppályán leválnak a lövedékről. A nagyon jó keresztmetszeti terhelésű lövedék sebességét kevésbé veszti el a röppályán, repülése stabil, főleg, ha nyíllövedékként, szárnyakkal és forgással stabilizálják.

⁹⁰ Főleg a kifejlesztéshez és a sorozatgyártás bevezetéséhez szükséges költségek hatalmasak, de nem az elérhető eredményhez képest.

⁹¹ Ha egyáltalán ezekben a méretekben kivitelezhető a szerkezet. Mindenesetre megérne egy misét!

jellemzők (azonos irányzék, azonos röppálya!) mellett a lényegesen nagyobb átütőképesség az eredeti becsapódási sebesség mellett is megbízható átütőképességet szolgáltat. A 400 méteren mért alacsony becsapódási sebesség, viszont már feltehetőleg nem lesz elegendő az átütéshez (nem szabad elfelejteni, hogy az LPSz lövedék torkolati fajlagos energiasűrűsége épp fele a szükséges becsapódásinak). 100 m-es lőtávolságokon viszont lenyűgöző átütési eredmények érhetők el⁹².

Összegezve: a lövedék módosítását célzó megoldások csak abban az esetben érhetnek el eredményt, ha a sebességnövekedés mellett a lövedékkonstrukció megváltoztatására is sor kerül. A legszimpatikusabb természetesen az a törekvés, melynek eredményeképp, változatlan külbálsztikai jellemzők mellett a meglévő rohampuskából lehet sokkal hatásosabb lövedéket löni. Nem hagyható figyelmen kívül azonban, hogy ez csak átmeneti megoldás lehet, mert nem csökkenti lényegesen az R_f alrendszer erkölcsi avulását és szinte semmivel sem javítja annak pontosságát.

A lövedéksebesség növelésének egyik legígéretesebb módja a folyékony hajtóanyagú fegyverek alkalmazása lehetne. Tekintettel arra, hogy a folyékony hajtóanyag energiatartalma nagyságrenddel magasabb, mint a lőporé, valamint az égésfolyamat lefolyása a benzin-levegő keverékarány szabályozásával és a megfelelő alakú égőtér kialakítással jobban tartható, a jelenleginél lényegesen magasabb torkolati energiájú lövedékek alkalmazása valósulna meg anélkül, hogy a fegyvercső igénybevétele túlzott mértékben nőne. A már most rendelkezésre álló mikroelektronikai háttér lehetőségei, valamint a modern belső égésű motorok mikroelektronikai folyamatszabályozása alapján megnyugtatóan feltételezhető, hogy a benzin levegő keverék mennyiségének és arányának a szabályozásával lövésenként lenne például állítható a lövedék kezdősebessége és ezzel a lőtávolság. Ha figyelembe vesszük, hogy a modern benzines járműmotorok fordulatszámja eléri és meghaladja az 5000-es értéket, és minden második fordulatra jut hengerenként egy gyújtási feladat, akkor nem tűz az a feltételezni, hogy szabályozási oldalról reális lehet a 2000-2500 lövés/perces tűzgyorsaság. Ugyanakkor ezeknél a fegyvereknél elhagyható a kizárolási-ürítési művelet, illetve, mint a forgó töltőűri rendszereknél a zárolás, kizárolás üteme összevonható. Annak előnyét, hogy a lőtávolság a hajtóenergia mennyiség változtatásával szabályozható és emiatt elegendő egy mereven felszerelt (pl. egy pontos optikai) irányzék csak a gyakorlat tudná valóban igazolni. Az évtizedek óta ismert elvet azonban a gyártók nem képesek valóban használható gyakorlati eszközre váltani. Leginkább az üzemanyag fűvókák kiégése, a megfelelő minőségű tömítések kialakítása és a folyamat szabályozása okoz még mindig gondot. Csak a megfelelő hőszilárdságot adó porkerámiák elterjedése jelenthet fényt az alagút végén.

Összegezve: a folyékony hajtóanyaggal üzemelő kézfegyver ugyanúgy kísérleti fázisban rekedtek meg, mint számos, a felbukkanásakor forradalminak tekintett társa. A kezdetben egyszerűen megoldhatónak tűnő néhány műszaki probléma mára egyre inkább maga alá temeti ezt a valóban figyelemre méltó, de újdonságot csak a transzportáló energia előállítás módjában jelentő eszközt. Figyelembe véve, hogy a nagy lövedéksebesség nagy hátralökéssel is jár, ebben az esetben sem lehet megkerülni amortizációs berendezések beépítését.

Az elektromágneses hajtás elvén működő fegyverrel a számítások szerint igen magas lövedéksebességeket lehet elérni, lévén a hagyományos fegyvercsőhöz képest szinte elenyésző mértékű súrlódás akadályozza a lövedék gyorsítását, de a hatás ellenhatás elve

⁹² Hála Egervári János munkásságának. A lövedékeket az MH 2003-ban rendszeresítette, most már csak az a kérdés, hogy ellátás mikor lesz belőle és mikor kerülhet ki a csapatokhoz, főleg a keményebb missziókba.

alapján a lövedék kilövése ebben az esetben is hátralökést ébreszt. Ezen túlmenően az ilyen fegyver legnagyobb előnye a viszonylag hangtalan működése. Kérdéses⁹³, hogy a szükséges energiaforrás tömege lehetővé teszi-e valaha a kézfegyverként való felhasználást.

A részecske energián alapuló fegyver felülmúlhatatlan érdeme, hogy a β típusú részecske-lövedék indítása nem okoz érezhető hátralökést, tehát a fegyver pontossága még sorozatlövés esetén sem romolhat emiatt. A pontosságot tovább növeli, hogy a lövészfegyverek szokásos lőtávolságán a β lövedék röppályája ideális egyenesnek tekinthető. A röppálya csak akkor törik meg, ha a lövedék közeghatár átlépést végez, mert megváltozik a közeg törésmutatója, de az új röppálya is egyenes lesz. Az ilyen lövedék legnagyobb hibája, hogy nagyon érzékeny az átjárható közeg állapotára és annak változására, melyre mindig jelentős energiavesztéssel reagál. A célban kifejtett hatásosság szempontjából a legnagyobb problémát a célfelület adott lövedékre jellemző visszaverő képessége jelenti, ugyanis a célban csak az elnyelt energiámmennyiség képes káros elváltozást okozni⁹⁴. Még átlagos közeg- és visszaverési jellemzőkkel leírható esetekben is igen magas indítási teljesítménydotációra van szükség, ami megint energiaforrás-tömeg kérdése.

Összegezve: β típusú lövedéket indító fegyverek alkalmazhatóságának legnagyobb kérdőjele a szükséges energiaforrás mérete és tömege. Kétségtelen, hogy a legtöbb esetben az elméleti alapok a szükséges szinten kidolgozottak, ugyanakkor egyre késik az elméletnek a gyakorlatba való átültetése. Némi reményt kelthet a mikroelektronika forradalmi fejlődése, ugyanakkor véleményem szerint az ilyen fegyverek alkalmazásának a legnagyobb akadálya, hogy az adott lövedék hullámhosszhoz kalibrált visszaverő felületek (tükrök) alkalmazásával viszonylag könnyen és olcsón döntő mértékben csökkenthető a károsító energiaközlés.

Megvizsgálva, hogy az ezredvégen a számottevő hadseregek fegyverzeti rendszerében alapvető lövészfegyverként és lövéstöltényként milyen szerkezetek vannak **rendszeresítve** és mindezt összevetve a 70-es 80-as évek szakirodalmában olvasható jóslatokkal megállapíthatjuk, hogy az **R_f** fegyver-lövedék alrendszer szempontjából a nagyra törő álmok semmiképp sem valósultak meg:

- a **rendszeresített** alapvető lövészfegyverek kivétel nélkül 5.45, vagy 5.56, vagy 7.62 mm-es kaliberű, hagyományos felépítésű töltény, egy darab, teljes köpenyes kaliberes lövedékét tüzelő reteszelt tömegzáras, vagy gázelvételes automata rohampuskák (gépkarabélyok);
- a folyadék-hajtású üzemmód a hőterhelések okozta károsítás, a tömítetlenségi problémák, valamint a hajtóanyag fokozott tűz és robbanás veszélyessége és az utántöltés bonyolultsága miatt a mai napig csak a laborkísérletek szintjére jutott el;
- a lézerpuskák megvalósított példányai csupán az ellenség vakítására alkalmasak, de ez láthatóan kevés ahhoz, hogy a fegyver általános lövészfegyverré válhasson. Sokat kell még fejleszteni ahhoz, hogy a fénylövedék olyan mértékű energiát szállíthasson, amittől az ellenség (testén bárhol érje a találat) a harcból kiváljon;
- a részecske fegyverek még löveg méretben sem léteznek, alkalmazásukra legelőször a világűrben kerülhet sor (méret és iniciálási⁹⁵ gondok);

⁹³ Még a szobahőmérsékletű szupravezetés felhasználása esetén is.

⁹⁴ Tükrösre polírozott felületű célban a látható tartományba eső lézersugár alig tehet kárt.

⁹⁵ Ha pl.: a sugárnyaláb indításához nukleáris robbanásra van szükség, akkor a robbanás káros hatásait a világűrben nem kell elszigetelni a környezettől

- az infrahang puska alkalmazásának elsősorban méret- és tömegproblémái vannak. Az infrahangot előállító síp jelenleg alkalmatlan kézben való hordozásra, a szükséges energiaforrásról nem is szólva;
- annak ellenére, hogy a hüvelynélküli, vagy az eléggő hüvelyes töltény alkalmazására több alrendszer is született, rendszeresítésre csupán a német H&K G11 rohampuska került, de ellátás csupán egy ezerdarabos széria erejéig történt⁹⁶. Mindenesetre a G11 a legalkalmasabb fegyver lett volna az ezredfordulós elvárások teljesítésének reprezentálására, nem tagadva azt sem, hogy a lövedék hatásosság szempontjából ez az R_f alrendszer is messze elmarad a követelményektől. Tekintve, hogy a fegyver nem lett a német lövészkatona alapvető fegyvere, ezért kísérleti eszközként a következő fejezetben tárgyalom részletesebben mindenképpen figyelemre méltó műszaki megoldásait;
- sem a többlövedékes, sem a leváló köpenyes űrméret alatti nyíllövedékes, sem a mikrokaliberű lövedékes fegyverek nem kerültek rendszeresítésre, tekintettel arra, hogy vagy rosszabb szórásképet nyújtottak a jelenlegi rendszereknél, vagy beszerzési áruk lényegesen felülmúlta azokat.

Összefoglalva: bár az elmúlt XX. század második felének közepén keletkezett (az akkori műszaki ismeretek és a fejlődés ütemének ismerete alapján reálisnak mondható) jóslatok alapvető lövészfegyver megoldásai meglepő pontossággal kielégítik az ezredfordulón az R_f alrendszerrel szemben reálisan támasztható követelményeket, sajnálattal kell megállapítani, hogy e a szerkezetek egyikéből sem lett mára egyetlen hadseregben sem alapvető lövészfegyver. Nyögvenyelősen halad az α típusú lövedéket használó R_f rendszerek lövedék fejlesztése, a β típusú lövedéket használó R_f rendszerek fejlesztése épp hogy elkezdődött. Az okokat röviden a következőkben látom:

- a jelenlegi katonapolitikai világhelyzet senkit sem ösztökél feszített ütemű lövészfegyver fejlesztésére, a folyamatosan dúló provinciális válságok a rendszeresített alapvető lövészfegyverekkel még kezelhetők;
- a fejlesztési projektek ráérősek (főleg a mikroelektronika alkalmazásában a túlzott sietség esetleg jelentős lemaradást eredményezhet);
- nincs elfogadható mértékben tisztázva a lövészkatona szerepe a modern harcban, hiányoznak az új helyzetnek megfelelő harceljárások, a világosan meghatározott elvárások;
- nincs feszítő igény, sem gazdasági hajlandóság a közeli lövészfegyver váltásra.

A mégis tapasztalható eredményekkel a következő fejezetben foglalkozom.

⁹⁶ A rendszeresítés ténye feltehetően a patinás H&K vállalat megmaradását szolgálta (a G11 fejlesztés szinte teljesen csődbe vitte), a teljes körű (alapvető lövészfegyverként való) ellátás elmaradása viszont pontosan jelezte, hogy a fegyver még alkalmatlan erre a célra. Továbbá, figyelmeztetett minden érdekeltet: a NATO fegyverzeti rendszerébe az USA beleegyezése nélkül nem kerülhet be olyan nemzeti termék, amely megzavarná ezt a rendszert (a mikrokaliberű, eléggő hüvelyes töltényre gondolok). Talán ugyanerre az okra vezethető vissza a G36 fegyver puccsszerű rendszeresítése, mely nem nyújt több szolgáltatást, mint a Steyer AUG, sőt technikai színvonala nemigen magasabb, néhány (az eddig alkalmazott HK33-hoz képest) figyelemre méltó megoldását (optikai irányzék, gázelvételes rendszer, karbonszál-erősítésű műanyagkompozit fegyvertokozat, stb.) is beleértve.

III. A fejlesztések irányai és eredményei

Miután igyekeztem kellő részletességgel meghatározni az ezredforduló alapvető lövészfegyverétől méltán elvárható szolgáltatások követelményeit, azaz az R_f fegyver-lövedék alrendszer alkalmazhatóságának kritériumait a harcmezőn ma ténylegesen tapasztalható viszonyok között, továbbá összevettem a követelményeket a most rendszerben lévő jelentősebb rohampuskák jellemzőivel, továbbá a múlt században az ideális lövészfegyverről szőtt álmokkal, szeretnék ugyanezen a szemüvegen keresztül néhány pillantást vetni az ismertebb fejlesztések publikált pillanatnyi eredményeire.

Már a múlt század nyolcvanas éveinek elején az USA fegyverzeti hivatala pályázatot írt ki az M16A2 rohampuska leváltására alkalmas alapvető lövészfegyver kiválasztására (ACR; *Advanced Combat Rifle* program). Egyetlen figyelemre méltó követelményt támasztottak, az új fegyver minden tekintetben 50%-kal múlja felül az M16A2-t. A pályázatnak viszont egyetlen figyelemre méltó eredménye az volt, hogy nem találtak ilyen fegyvert. Az előző fejezetben felsoroltak fényében nem nehéz megítélni, hogy pl. mit jelent, ha a leendő fegyvertől a torkolati energia duplára növelése legalább 1200 m/s sebességet igényelt volna, azonos lövedéktömeg mellett. Vagy hogy milyen módszerekkel lehetett volna elérni a 600 m-es hatásos célzott lőtávolságot.

A pályázatra benyújtott fegyverek közül több figyelemre méltó is akadt, de a legimpozánsabb közülük vitán felül a H&K G11 modellje volt. Ennek a (nemcsak a maga korában, hanem ma is futurisztikusnak tűnő) fegyvernek a legfontosabb jellemzői a következők:

- 4,7x33 mm kaliberű D11 elégő hüvelyű töltényt tüzel, a hegyesorrú kissé csónaktestű 3.2 g tömegű hagyományos felépítésű lövedék 930 m/s torkolati sebességgel hagyja el a speciálisan (folyamatosan csökkenő menetemelkedéssel) huzagolt csövet. A torkolati energia nagysága 1380 J, a fajlagos torkolati energiasűrűség 80 J/mm^2 , a lövedék keresztmetszeti terhelése 0.18 g/mm^2 . Ezek az értékek valóban semmivel sem figyelemre méltóbbak, mint az SS109 lövedék hasonló értékei az M16A2 fegyverből löve;
- a forgó (de nem revolverező) töltőűrű zárszerkezet egyedi a fegyverszerkezetek sorában, de mindenképpen merev zárolást biztosít⁹⁷. A fegyver *négyütemű* üzemmódban dolgozik. A zárszerkezet működtetése érdekében a forgómozgást a teljes fegyver-zárszerkezet közös hátramozgása során hozzák létre. A hátramozgás energiája gázmotortól származik. Tüzelés után a zárttestben kiürítendő anyag nem marad hátra (legfeljebb némi lerakódás, ez azonban elegendő, hogy erősen veszélyeztesse a fegyver megbízhatóságát);
- a fegyver forradalmi újdonsága a nagy tűzgyorsaságú tűzcsapás leadásának képessége. A 3 lövéses sorozat 2000 lövés/perc tűzgyorsasága lehetővé teszi az igen figyelemre méltó pontosságot, amelyet még az a tény is támogat, hogy a tűzcsapás a mozgórendszer egyetlen hátrasiklása során játszódik le⁹⁸;

⁹⁷ A forgó töltőűrt tüzelési helyzetben a töltőűrt befoglaló tokszerkezet belső palástja zárolja le, míg a fegyvercsövet a forgó töltőűr. A tömitések minősége feltehetően azért lényegesen jobb, mint a hagyományos forgó töltőűrű megoldásoknál, egyes források szerint az alkalmazott megoldás nem áll messze a Wankel motor forgódugattyú tömitésétől.

⁹⁸ Egy alkalmas szerkezeti elem beiktatásával eléri, hogy a zárhenger háromszor forduljon el.

- különleges a fegyver tárkialakítása és elhelyezése is. Az ötven töltényt befogadó, kétsoros tár, fekvő helyzetben a fegyvercső felett, teljesen belesimul a fegyver kontúrájába. A függőlegesen lefelé néző töltényeket adogatóemelő tolja a forgó zártestbe. A tár a mozgó részekkel együtt siklik hátra, ezzel biztosítja a tűzcsapás során az akadálytalan töltést;
- a szokatlan hasáb alakú bull-pup fegyverkialakítás ($\eta_h = 72\%$), a műanyagok széles körű alkalmazása, a normálisnak tekinthető 3.5 kg-os fegyvertömeg, az ergonómiai követelmények alapos figyelembe vétele és a csekély, 700 mm-es hosszúság jól kezelhetővé teszi a rohampuskát, főleg, hogy az eredő tömegközéppont nem a fegyvertusába esik. A töltényfogyásból származó tömegközéppont vándorlás viszont jelentősebb a hagyományos megoldásokhoz képest;
- célzáshoz a merev hordfogantyúba épített optikai irányzék szolgál, mely állítólag 400 m hatásos lőtávolságot biztosít;
- meglepő, de a fegyverre szurony kapcsolható, igazolva ennek a szálfegyvernek a ma is jelentős szerepét.

Kétségtelen hogy a fegyver minden forradalmi megoldása ellenére sem felelt meg az amerikai tenderkiírásnak⁹⁹, de elterjedésének gátja véleményem szerint azonban mégis csak az tény lehet, hogy még mindig nem éri el a hagyományos kialakítású rohampuskák megbízhatóságát¹⁰⁰. A fejlesztést végül is lezárták, néhány fegyvernél több nem került ki a csapatokhoz – azok is a különleges egységekhez. Helyette a H&K piacra dobta a G36 rohampuskát, ami a G11-hez képest arcátlan visszalépés, ugyanakkor a hagyományos rohampuskák között figyelemre méltó helyre tarthat számot néhány műszaki újdonságát illetően¹⁰¹.

A Szovjetunió felbomlását követő időkben mind az oroszok, mind az utódállamok fegyvergyárainak alapvető törekvése a meglévő piacok megtartására irányult, mivel előre látható volt, hogy a hazai fegyveres erők még hosszú-hosszú ideig nem lesznek olyan állapotban, hogy az alapvető lövészfegyvereik (AK47, AK74) váltására gondolhassanak. Tekintettel a K+F¹⁰² tevékenység nyugatinál lényegesen alacsonyabb szintű pénzügyi forrásaira, a törekvés csak a rendelkezésre álló AK szerkezet modernizálására irányulhatott. Az eddig publikált eredményeket tekintve megállapítható, hogy rohampuska kategóriában eddig semmi falrengető újdonsággal nem álltak elő, a fejlesztési irányokra az jellemző, hogy a meglévő AK modelleket némiképp átalakítva mindhárom rohampuska kaliberben árulják azokat (AK 100-as sorozat).

Némiképp figyelemre méltó lehet a Grúzok GROZA fantázianevű fegyvere (7.62x39 mm-es kaliberben), amely az első keleti Bull-pup fegyver (az első Bull-pup kialakítású AK verzió a finnek Valmet 95 típusú fegyver volt). Figyelemre méltó a fegyver azon értelemben is, hogy méltán pályázhat a világ legrondább rohampuskája címre. Alkalmassága erősen megkérdőjelezhető, mert az egész átalakítás kimerült abban, hogy a hátsó tokbetét mögé válltámaszlapot szereltek és az elsütőbillentyűt és a markolatot előrevitték a tár elé. A kezelőelemek (az elsütőbillentyű kivételével) az eredeti helyükön maradtak, így az amúgy is nehezen kezelhető fegyver még kényelmetlenebbé vált. A merev hordfogantyúba épített optikai irányzék feltehetően jobb célzást biztosít. A 700 mm hosszú fegyverbe az eredeti hosszúságú csövet építették, emiatt az η_h értéke a kedvezőbb 60%-ra nőtt.

⁹⁹ Hiába tudni kell tendert is kiírni, főleg, ha a hazai ipar védelmének preconcepciója a vezérmotívumunk!

¹⁰⁰ Alapvetően a töltény elfogadhatatlan érzékenysége miatt

¹⁰¹ optikai irányzéka, nagyszilárdságú szerkezeti anyagainak köszönhető magas élettartama, stb. miatt

¹⁰² Kutatás és fejlesztés

Mindenképpen új konstrukciónak kell tekinteni viszont, a teljesen AK formájú és méretű, de a kompozit műanyagok legszélesebb felhasználását mutató, 5.45x39 mm-es AN¹⁰³ 94 *Abakan* fantázianevű fegyvert. Csőhátrasiklással kombinált speciális kialakítású zárrendszere miatt 1800 lövés/ perc tűzgyorsaságú kétlövéses tűzlökés leadására alkalmas. Az ellendugattyús elven működő fegyver lengési jellemzői lényegesen jobbak sorozatlövésnél, mint a hagyományosé, ezért a tűzlökés pontossága még nagy lőtávolságon is kielégítő. A pontosságot egy egzotikus formájú csőszájfék(?) is támogatja. Az ellenmozgó zár összekapcsolását és mozgatását biztosító rendszerről a szakirodalomban ellenmondó adatok jelennek meg. Egyesek fogaskerék, mások bowdenhuzal kapcsolatról írnak, bár ez utóbbi a huzallengés miatt számomra erősen kétséges. Mindenesetre annyi tény, hogy sem az oroszok, sem az utódállamok nem kötöttek még jelentősebb üzleteket új rohampuskáikkal.

A Nyugat-európai/amerikai törekvésekre az átgondolt (de elkapkodottnak semmiképp nem nevezhető) összehangolt fejlesztés a jellemző. A múlt század utolsó évtizedének az elején megindultak a NATO-n belül a lövész teljes felszerelésének¹⁰⁴ modernizálására szolgáló nemzeti programok (pl. a brit Combat 2000, stb.). Ezen programok majd mindegyikéhez hozzátartozik - reprezentáns alprogramként - az új évezred alapvető lövészfegyverének kifejlesztése. A programok nagyralátóak ugyan, de egyik sem ígér rendszeresíthető eredményt az első évtized vége előtt.

Ha egy pillanatra visszakanyarodunk az ezredforduló rohampuskáihoz, akkor meg kell állapítanunk, hogy szinte kivétel nélkül¹⁰⁵ mindegyik rendelkezett gránátlövő képességgel. Ez eleinte, mint megismerhettük, a hagyományos kivitelű, űrméret feletti, fegyvercsőről, speciális (vagy a rendszeresített éles-) tölténnyel indítható puskagránát volt, de viszonylag jelentős rombolóereje ellenére hamar leváltotta a 30, vagy 40 mm-es, kaliberes, a fegyvercsővel párhuzamosított vetőcsövű gránát. Az érezhető hatásosság romlás ellenére az elterjedés alapvető oka abban keresendő, hogy a kiegészítő gránátvető használata során az alapfegyver (a rohampuska) mindvégig megőrizheti integritását és tűzkészségét, míg a klasszikus puskagránát használata valamilyen mértékben mindig akadályozza azt¹⁰⁶. Az űrméretes puskagránát továbbá természetesen sokkal kevésbé veszi igénybe a lövőt, mint az űrméret feletti, illetve azonos indítási energia esetén sokkal nagyobb lőtávolságokra löhető. Legnagyobb előnye a külön indítócsőnek, hogy az alapfegyver korlátlanul használható, *ad absurdum*: a két lövedék akár egyszerre is indítható. Nem elhanyagolható szempont az sem, hogy a hagyományos a rohampuska, valamint a gránátvető (pl.: M203) önálló alkalmazásakor fellépő hátralökés mértékét az összekapcsolt fegyverrendszer eredő tömege érezhetően mérsékeli. Hátránya a megoldásnak, hogy a gránátvető szigorúan egylövetű, lövésfolyamata csak hosszas tevékenység eredményeképp reprodukálható. A gránátlövő képesség a rohamfegyvernek egy *másodlagos* lehetőséget biztosít, az alaprendeltetéstől eltérő módszerrel történő károsító energia transzportálásra, természetesen jelentősen kisebb pontossággal.

¹⁰³ Avtomat Nyikonova

¹⁰⁴ A ruházattól kezdve, a védőfelszereléseken át a fegyverzetig mindent egységes rendszernek tekintve!

¹⁰⁵ *Természetesen* a kivételek az MH gépkarabélyai!

¹⁰⁶ Indítótöltény esetén az állandó tárcsere, valamint annak a veszélye, hogy a figyelmetlenségből élestölténnyel indított gránát még a fegyvercsővön felrobban. Élestölténnyel indított gránát használata erősen igénybe veszi a csőtorkolatot, ezért huzamosabb használat esetén a fegyver élettartama jelentősen csökken (a szórás kép intenzíven nő). Mindkét módszer közös jellemzője, hogy amíg a fegyvercsővön fenn van a gránát, addig a fegyver alaprendeltetése ellátására (kaliberes lövedékének tüzelésére) nem alkalmazható, indítótöltényes változatnál az átállás hosszú percekig vesz igénybe, rendkívül csökkentheti a túlélőképességet. Egerszegi János egy megoldásánál az űrméret feletti gránát indításához az élestöltény lövésének csak a gázait használja a gránátindító ütőszegének működtetésére.

mellett¹⁰⁷. A természetesen „ α ” típusú lövedékek, a károsító energiát „ a ” módszerrel¹⁰⁸ transzportálják a célba. Ez az energia azonban *másodlagosan ható M* típusú *károsító energia*, mert a lövedék-töltet kémiai energiájának felszabadításából származó robbanási nyomáshullám és a robbanás által mozgási energiával feltöltött, általában előre beültetett repeszek (srappel) romboló hatása útján pusztít. A rombolási sugár nem több, mint 2-4 m, ez viszont nem igényel pontos lövedék találatot a cél felületén.

A továbbiak jobb megértéséhez még egy kérdéskört kell kissé mélyebben elemeznünk az eddigiekhez képest. Ez annak elemzése, hogy a célzás pontossága, mennyire függ a lövésznak és az R_f fegyverrendszernek a háromdimenziós térben egymáshoz képest elfoglalt helyzetétől. A megfelelő minőségű célzás egyik alapfeltétele (függetlenül attól, hogy milyen elven működő célzóberendezést alkalmaznak a fegyveren), hogy valamilyen *arányossági összefüggés* szerinti merev kapcsolat legyen a fegyvercső tengelye és az irányzóvonal¹⁰⁹ között¹¹⁰. A másik, hogy a lövész lássa az irányzóvonalat. E második feltételt a múlt század végéig a rohampuskák esetében is úgy elégítették ki, hogy az irányzóvonal egyenesen tulajdonképpen áthaladt a célzó szem látóidegén. Az első fegyver amely ettől az alapelvtől eltért a G36 rohampuska volt, mert az alkalmazott 3-szoros optika néhány tízmilliméteres periszkópikussággal rendelkezik¹¹¹. Ennél a megoldásnál már nem lehet egyenes irányzóvonalról beszélni, csak törtvonalúról, bár az a két alapelv, hogy az irányzék a fegyver merev része legyen, valamint az irányzóvonal (legalább is az egyik vége) messe a látóideget, most sem sérült. Természetesen a második követelmény csak akkor érvényesülhet, ha az irányzék nézőkéje (vagy az optikai szemlencséje) a fegyver megfogásakor a lövész szeme elé kerül (a tüzeléskor elképzelhető minden testhelyzetben). Ennek alapesete, amikor az álló lövész a vállához (általában a vállgödrébe) illeszti a fegyver tusáját (váltámaszát) és az arcát a fegyveren kialakított támasztónak (lehet ez a tusa, vagy a váltámasz, de lehet egy rászerezelt külön elem is) fekteti. Könnyen belátható, hogy a lövész minden más testhelyzetben is tulajdonképpen ugyanezt a térbeli kapcsolatot állítja elő (vagy legalább is erre törekszik), legfeljebb a fegyver és a lövész testének függőleges tengelye által bezárt szög változik. Ez a testhelyzet kelő szilárdságot is biztosít a célzáshoz és a lövésfolyamat kiváltásához egyaránt, természetesen akkor várható el a legjobb eredmény, ha mindezt fekvő, a fegyvert valamilyen arra alkalmas kiemelkedésre feltámasztva használja¹¹². Sajnos azonban ez nem mindig kivitelezhető eljárás. Főleg mozgásban szükséges lövéskor az elmondottak miatt a fegyvert a lövőnek fel kell emelnie (rántania) a vállához, hogy célzási helyzetbe hozhassa azt. Ennek időszükséglete attól függ, hogy a fegyver ezt megelőzően milyen helyzetbe volt, illetve a

¹⁰⁷ A gránátvetők irányzéka az alapfegyverre szerelt szükségirányzék és általában elegendő a gránát jellegének megfelelő nagyságú terület tüzzel való lefogásához.

¹⁰⁸ A vetőtöltet lópora elégetéséből nyert gázok feszítőereje szolgáltatja mozgási energia felhasználásával.

¹⁰⁹ A mechanikai irányzóelemek (pl.: célgömb, nézőke), illetve az optikai irányzék végtelenbe vetített irányzójele által meghatározott térbeli *egyenes*, amelynek metszenie kell a cél által határolt felületet.

¹¹⁰ Mindkét egyenes függőleges síkja essen egybe, de legalább is legyen párhuzamos egymással. Amennyiben a lövedék röppályája nem tökéletesen egyenes vonal, a két előbbi egyenes a lőtávolság függvényében egyre inkább összetartó lesz!

¹¹¹ A G36 merev hordfogantyúja sokkal magasabban van, mint az M16-é, ezért mind a mechanikus, mind a kiszélesítő optikai irányzék a fogantyú karokon kialakított nyílásokon lát keresztül. Ugyanakkor a fegyvert ellátták egy kétprizmás periszkópikus irányzékkal is, melynek pupillakilépő tengelye azonos helyre esik az előbbi kettőjével, míg a célig futó irányzóvonal kissé a fogantyú felett vezet el.

¹¹² Fekvő helyzetben a test teljes tömegéből származó tehetetlenségi, valamint a test és a talaj közötti súrlódási erő eredője támasztja meg a fegyvert. És áll ellen a hátralökésből származó elmozdulásnak. Nem fekvő testhelyzetben a hátralökő erő a lövész talajjal való érintkezésének síkjához képest adott távolságú karon ébredő nyomattal igyekszik a fegyver csövét felfelé csavarni (ha a megfogást és az emberi testet merevnek képzeljük. Hála Istennek ez nincs így!). A nyomaték nagysága tehát a test feltámasztása és a fegyvercső tengelyének távolságától függ, azaz álló testhelyzetben a legnagyobb.

lövész milyen gyakorlattal rendelkezik a fegyver uralásában¹¹³. Harcszerű mozgás közben – nem speciálisan kiképzett lövészeknél – a fegyvert a lövész a csípőjéhez szorítva hordozza. A hirtelen felbukkanó közeli veszélyes célra elhárító tüzet (kapáslövést) a legkisebb időveszteséggel ebből a testhelyzetből (állva csípőből) célszerű leadni, ugyanakkor a hagyományos célzás kivitelezése lehetetlen. Marad tehát az a megoldás, hogy a lövész a fegyvercsövet jó, vagy rosszabb közelítéssel a cél irányába fordítja és a lövés folytonos ismétlésével, a becsapódások alapján (ha egyáltalán lát ilyet) próbálja a találatokat a célra vezetni. Előnye ugyanakkor ennek a testhelyzetnek a gyors reakcióidőn túl, hogy a fegyver sokkal uralhatóbb (az előbb már ismertetett erőtani okok miatt), mint a vállból leadott lövések esetében. Mindenképpen célszerű lenne tehát annak biztosítása, hogy csípőből is korrekten célzott lövést adhasson le a lövész¹¹⁴. Ma már ez a kérdés műszakilag megoldható, legalább két módszerrel is:

- rendezett kötegű száloptika alkalmazásával, amikor a fegyverre szerelt optikai irányzék által szolgáltatott képet a száloptika a lövész szeme elé illesztett szemlencsébe vetíti. Minden esetben folytonos kapcsolatot igényel a fegyver és a tárgylencse között, hátránya, hogy viszonylag nagy a fényvesztése, szürkületben nem alkalmazható. A célfelismeréshez szükséges minőségű képet szolgáltató rendezett kötegű száloptika meglehetősen merev, kis sugarú ívekben nem hajlítható;
- televíziós rendszer alkalmazásával, amikor a fegyverre szerelt és elektronikusan manipulált¹¹⁵ tévékamerával felvett képet a lövész szeme elé rögzített monitorra juttatják. A mikroelektronika mai lehetőségei szerint a képalkotó érzékelők alkalmasak mind nappali, mind éjszakai (csillagfényerősítő, vagy infravörös) képalkotásra, hőképalkotásra, a kép adott határokon belüli elektronikus nagyítására és manipulálására. Egyre jobban terjed az a megoldás, amikor ezt a képet a lövész által viselt szemüveg belső felületére kivetítik.

Mindkét esetben van azonban egy nehezen megkerülhető probléma: alaphelyzetben a lövész mindkét szemével a harcmezőt figyeli (a célfelderítés időszaka). Amikor a cél felismerésére és kiválasztására sor kerül (a célzás időszaka) a látómezejében (vagy csak az egyik, vagy mindkét szeme előtt) megjelenik egy másik képsík (a célkörnyezet képe), amelyik az előzőtől *eltérő térbeli helyzetet* szolgáltat, tehát a szemnek folyamatosan egyeztetnie, vagy váltogatnia kell a látható információk között. Ez végeredményben rendkívül fárasztó! Nagy valószínűséggel csak a célkörzet képét fogja figyelni, ekkor azonban elveszik az az előnye, amit pl. a nyílt irányzék használata biztosított a számára¹¹⁶. Miután már nem követelmény az ellenkezője, a legtöbb esetben a lövész jelentősen más irányba is nézhet, mint a fegyver csőtengelye. Feltehetően ilyen idegi tevékenységre már nem lesz alkalmas kivétel nélkül a lövészek kiválasztott teljes populációs hányad, tehát emiatt sem lehet az ilyen irányzékkel ellátott fegyver tömegfegyver, azaz alapvető lövészfegyver (meg az ára miatt sem!).

¹¹³ Annak képességében, hogy milyen hamar tudja az irányzóvonalat a céllal és a szemével egyeztetni, azaz a fegyvert felgyorsítani, majd lefékezni és a fékezés okozta lengéseket csillapítani.

¹¹⁴ Hasonló az igény, hogy a fegyverrel fedezék mellől, vagy fölül (tehát mögül) is lehessen tüzelni, annak biztosításával is, hogy a lövész teste mindvégig a fedezék takarásában maradjon.

¹¹⁵ Például a célzójelet ballisztikai számítógéppel kidolgozott adatok alapján a szükséges helyen jeleníti meg a monitor (a monitor látófelületéhez rögzített jelként) és csak ezt a jelet kell fedésbe hoznia a lövészek a céllal.

¹¹⁶ Viszonylag könnyen áttérhető a cél megfigyeléséről a harcmezőre és vissza a fej megmozdítása nélkül.

Visszatérve a NATO (nemzeti, vagy korlátozottan nemzetközi¹¹⁷) programokra, ezekben a mikroelektronika széleskörű alkalmazásával operáló *tűzvezető rendszerek* alkalmazása a jellemző¹¹⁸. A tűzvezetés alapja az előbb részletesebben ismertetett televíziós és hőképképző kiegészítőkkel megfejelt, lézertáv mérős (esetenként lézer-lokátoros) nappali-éjszakai optikai irányzék (némi célazonosítási támogatással [IFF]) és a hozzárendelt ballisztikai számítógép, amelynek számítástechnikai támogatottsága mozgó célok ellen is alkalmas a tűzvezetésre (és amelyből persze a GPS sem hiányozhat). Ha még a rendszer kiegészítésre kerül stabilizált látómezejű célzó készülékkel, valamint a fegyver térbeli helyzetét folyamatosan érzékelő és feldolgozó rendszerekkel, valamint meteorológiai adatokat szolgáltató szenzorokkal és mindezekkel is képes a ballisztikai számítógép együttműködni (sőt az adatok szükséges részét forgalmazni az előjáró harcállásponttal) akkor megállapíthatjuk, hogy ezzel a célzást szinte a maximális minőséggel biztosíthatjuk a lövész számára¹¹⁹. Ugyanakkor nem szabad elfelejtenünk azt az előző fejezetekben többször hangoztatott tételt, hogy a pontos találatnak a korrekt célzás csak egyik elengedhetetlenül szükséges, de nem elégséges feltétele¹²⁰!

A szakirodalomban megismerhető adatok alapján a fejlesztési programokban eddig létrehozott kísérleti eszközökről általánosságban a következők állapíthatók meg:

- a jövő rohampuskája az ellenségnek a szokásos lőtávolságban (300-500 m) lévő lövészének (vagy néhány [3-5] tagjának) harcképtelenné tételére alkalmas, elektronikusan támogatott tűzvezetésű, „ α ” típusú lövedékében *másodlagosan ható* károsító energiát alkalmazó, lőporgázok égéséből származó transzportáló energiát használó lőfegyver (tűzfegyver) lesz;
- a lőfegyver biztosítja a lövésfolyamat csekély számú (2-8) reprodukálását;
- a lövész önvédelmi képességét a jelenleg is rendszerben lévő kiskaliberű, de rövidebb csövű rohampuska (rohamkarabély?) szolgáltatja, amely egybe van építve az előbbi főfegyverrel. Az elektronikus tűzvezetés ennek a fegyvernek az irányzását is részben támogatja;
- a fegyver kialakítása teljes mértékben az ergonómiai elvek szerinti;
- a tűzvezető rendszer teljes mértékben biztosítja a fegyvernek a kapáslövés képességét;
- a kísérleti fegyverek tömege még jelentősen meghaladja a jelenlegi rohampuskák átlagtömegét;
- a fegyver várható ára lényegesen magasabb a jelenlegi rohampuskáénál, de összevethető, pl. a közepesen elektronizált irányzású és minden kiegészítővel (M203) felszerelt M16A2 árával.

A felsoroltak alapján az első és legmeghökentőbb megállapítás az, hogy a jelenlegi rohampuskáéhoz képest a funkcionális szerepek felcserélődtek. A fegyver fő funkcióját

¹¹⁷ A programokhoz bármely NATO tag szabadon csatlakozhat, ha rendelkezik a megfelelő szellemi, műszaki és anyagi forrásokkal.

¹¹⁸ Mély irigységgel kell megállapítani, hogy a részben már megvalósult tervek szerint a modern lövészfegyverek tűzvezetésének elektronikai támogatása nagyságrendekkel lesz jobb, mint a T72 harckocsié és az egész berendezést egyetlen lövész fogja szállítani, nem egy 42 tonnás vasszekér.

¹¹⁹ A lövést, mint a rendszerbe hibajelel bevinni képes elemet a stabilizált látómezejű és tűzkapu biztosítására alkalmas tűzvezető rendszerrel lehet megfelelő hatásokkal semlegesíteni. Ilyen megoldásnál, amennyiben a lövész az elsütőbillentyű meghúzásakor a céljelet a célon tartotta (amiben nagy segítségére van a fegyver mozgását kompenzáló stabilizált látómező), hiába mozdulna el a fegyvercső tengelye, a lövés ténylegesen csak akkor következik be, amikor a fegyvercső térbeli helyzete *újra* megfelel a biztos találat által megköveteltnek.

¹²⁰ Vitathatatlan, hogy miután a lövedék elhagyta a fegyver befolyásolási zónáját, korlátlanul ki van téve a környezet hatásainak és ez a találat pontosságát jelentősen befolyásolja.

ezenkívül a gránátvető látja el, míg a sorozatlövő gépkarabély (a némiképp kisebb torkolati energiájú, hagyományos 5.56x45 NATO SS109 lövedékkel) csak önvédelmi célokra van tervezve. Ennek az a magyarázata, hogy az elektronikus tűzvezetés alapvetően a gránátindítást támogatja, míg a gépkarabély irányítását a céltávolság mérésével és számított irányzójel biztosításával segíti elő. 100 m lőtávolságon belüli (közelharcban) ez a szolgáltatás nemigen szükséges, ugyanakkor az a tény, hogy a fegyvert nem kell a lövőnek a vállához emelnie, azt jelenti, hogy a kapáslövés hatásossága csak és kizárólag a lövész azon képességétől függ, hogy a szeme előtt megjelenő céljelet milyen gyorsan és pontosan képes a cél felületén tartani (a váratlanul felbukkanó cél leküzdéséhez szükséges reakcióideje legalább egy nagyságrenddel csökken!).

A gránátlovés esetében a pusztítás határát a gránát energiaközlésének minősége határozza meg. Hiába magas viszonylag az a (gömbnek tekintett) térfogat, ahol a robbanási léglökéshullám és a repeszek hatásukat kifejtik, ha a céltávolság meghatározás hibája miatt a gránát ezen a térfogaton kívül robban. A legújabb elképzelések szerint ezért a gránátgyújtókat programozni kívánják. Eddig csak légvédelmi lövegben alkalmazott metodika szerint (Oerlikon rendszer) a tűzvezető elektronika a fegyvercső egy meghatározott szakaszán méri a lövedék sebességét és ennek a sebességnek az ismeretében állítja be - a lőtávolsághoz tartozó röpidő alapján - a gyújtási időkétszerezést. Ezzel rendkívül megnő annak az esélye, hogy a gránát a cél megfelelő környezetében robbanjon. Természetes dolog, ha ilyen szinten programozott gyújtót alkalmaznak, akkor nem maradhat el a szolgáltatások közül:

- a *pillanatgyújtás* (a becsapódásra);
- a *késleltetett csapódó gyújtás* (amennyiben a cél a gránát számára átjárható akadály mögött található, akkor a gránát csak a becsapódást követően akkor robban, amikor már áthaladt az akadályon);
- az *ablakgyújtás* (amikor a gránátot egy bezárt ajtajú vagy ablakú helység belsejébe szánják és az a nyílászáró mögött 3-4 m-rel fog robbanni);
- a *légigyújtás* (amikor a gránátnak a háromdimenziós tér egy meghatározott pontjában kell robbannia);
- az *önmegsemmisítés* a célt tévesztett gránátok hatástalanítására.

Megítélésem szerint érdemes néhány gondolatot szánni a megvalósult eszközök rövid megítélésére is:

Az amerikai–német házasságból létrejött OICW, ahol az alapvető fegyver 20 mm-es öntöltő gránátlövő amelyet (az alá kapcsolva) összeházasítottak a H&K rövid csövű G36 rohampuskájával:

- a főfegyver 20 mm-es gránátvető 8 lövéssel.
- a gépkarabély a H&K G36-ra alapul 30 lövésre NATO tárral
- a két fegyver szétkapcsolható és külön-külön is működtethető
- elektrooptikai irányzórendszere és a gránátok gyújtása mindent tud, amit eddig az előzőekben felsoroltam. A gyújtó időzítése a lövedék fordulatának leszámllása alapján történik (!).

Mindezek ellenére a fegyver megfizethetetlen ára és alapvető lövészfegyvernek megengedhetetlen 8–10 kg közötti tömege nem tette lehetővé rendszeresítését. Előbb a lövészalegység minden második katonáját akarták felszerelni vele, majd fokozatosan csökkentették a mennyiséget – ma úgy tűnik a nulláig. Valószínűbb, hogy a fegyverelemek (gránátvető, gépkarabély) külön-külön fognak karriert befutni.

Széleskörű nyilvánosságot kapott a franciák PAPOP¹²¹ programja, nagy valószínűséggel a kísérleti fegyver még a G11-nél is futurisztikusabb formája miatt (sajnos nagy valószínűséggel a 2010 után rendszeresítésre kerülő fegyver formája erősen el fog térni a kísérleti dizájntól). A francia fejlesztők – saját előzetes méréseik alapján – elégtelennek tartják a 20 mm-es kaliberű gránát másodlagosan ható károsító energiatartalmát a saját nemzeti célkitűzéseik eléréséhez¹²². A feltételeknek – szerintük legalább 35 mm-es gránát felel csak meg. A fegyver felépítése hasonló az OICW-hez (felül a gránátvető, alatta az 5.56 mm-es gépkarabély). Elektro-optikai irányzórendszere stabilizátorral van egybeépítve, hogy még csípőből is képes legyen célzott lövést leadni a katona. A sisak kijelzőn megjelölt célra az elsütőbillentyű meghúzását követően csak akkor engedi meg a lövés kiváltását a stabilizátor rendszer, amikor a katona mozgása miatt lengő fegyvercső a cél eltalálásához szükséges térbeli helyzetben van¹²³. A gránátvető 2 lövést, a gépkarabély 25 lövést képes leadni újra tárazás nélkül.

Az angolok sokkal szerényebb igényekkel fogtak a fejlesztéshez, amikor SA80 rohampuskának megtervezték az elektromos elsütésű változatát. A fegyver nem tartalmaz saját gránátvetőt, a NATO szabványos 40 mm-es egylövetű gránátvetők kapcsolhatók alá, picatinny sínen keresztül. Az optikai célzóberendezés csak távmérésre és a löelemek kiszámítására alkalmas (a gépkarabélyhoz). A Bull-pup felépítésű fegyver elsütő markolatába építették be a számítógép felügyelte elektromos elsütést, amely villamos impulzussal indítja a töltény villamos csappantyúját. Ebből következik, hogy a fegyverhez semmilyen hagyományos töltény nem alkalmazható. Nagyon örülnek az angol gyártók, szakírók és egyes védelmi vezetők¹²⁴ annak a szolgáltatásnak, hogy az elektromos elsütés kódolással blokkolható, tehát csak az arra jogosult használhatja a fegyvert. Ismerve, azt az alapvető tényt, hogy egy angol lövész soha nem felejt el semmit, a rendszer igen használhatónak tűnik, főleg a harc forgatagában. Mindenesetre úgy tűnik ez a fejlesztés is az előbbieik sorsára jutott.

Törekvések folynak a hagyományos rohampuskák (M16A2, M4, FAMAS, stb.) felszerelésére löelemképzővel ellátott célzó távcsövekkel, együtt az optikai irányzók látómezejének bevetítésével a rohamsisakokon kiképzett reflexüvegekre.

A fejlesztésektől várható minden előnyt elemezve is meg kell azonban állapítanom, hogy a tűzvezetés forradalmi újdonságai dacára a fegyver pontosságát csak részben lehet javítani, mert a lövedéket a röppályán már lehetetlen befolyásolni. A pontosság további javításához elengedhetetlen a lövedék végfázis vezérlése, azaz az a képesség, hogy az ideális röppályát elhagyó lövedéket a becsapódás előtt (a megfelelő helyen és időben és akár folyamatosan) visszakényszerítsük az ideális röppályára. Igaz ugyan, hogy fontos: a lövedéknek minél laposabb legyen a röppályája, mert ekkor a legkönnyebb a célzást és a találatot összhangba hozni, de nagyobb távolságú lövészet esetén ez a követelmény nehezen biztosítható és a környezeti jellemzők pályamenti változását ez sem kompenzálhatja. Ugyanakkor be kell látni, hogy például a kiskaliberű lövedék (de még a 12.7 mm-esé is) végfázis vezérlése a jelenlegi műszaki lehetőségeink mellett egyszerűen elképzelhetetlen.

A jövő a jelen katlanában fortyog és minden idők egyik legátláthatatlanabb párájába burkolódnak. Egyedül a nanotechnológia alkalmazása látszik jelenleg kiútnak.

¹²¹ Polyarme-polyprojectiles

¹²² 5 m hatósugáron belül a gránát robbanásának hatására legalább 2-3 (III. fokozatú védőképességgel bíró egyéni páncélatot viselő) ellenség váljon harcképtelenné a robbanás és a repeszhatás következtében.

¹²³ harckocsilöveg a hónunk alatt

¹²⁴ feltehetően csak ők egyedül....

Felhasznált irodalom:

Hogg Ian V.: Modern small Arms; Bison Books Ltd. 1994.

Hogg Ian: Jane's Kézifegyver határozó; Panemex Kft. és Grafo Kft. 2003.

Jane's Infantry Weapons 1987-1988 – 1999-2000 kiadványok; Jane's Information Group Ltd.Sentinel House, Surrey UK

Kiss Á. Péter: A gépkarabély és használata; Zrínyi (évsz. nélk.)

Malinovszki V. A.: Fegyverállványok és beépítések tervezésének alapjai; Kéziratban 1955 (Ford: Szeghő Antal)

Myatt Frederick-Rideford Gerard: Korszerű hadipuskák és géppisztolyok; Arzenál könyvek, Kossuth 1993

Krasznai L.–Földi F.–Döme V.: A Magyar Honvédség harcoló katonai szervezetei haditechnikai és erőforrás igényeinek összefüggései, a fejlesztés lehetséges alternatívái a képesség alapú haderő célkitűzéseinek tükrében. (II fejezet *Földi F.*: A lövészkatona alapvető fegyvere a XXI. században); az MH haderő tervezési csoportfőnök kiadványa 2002.

Egerszegi János: Egyéni sorozatlövő fegyverek fejlesztési lehetőségei (kéziratban)

Löv/2. Egységes Lövészeti Szakutasítás; A Magyar Honvédség kiadványa 1994