

Földi Ferenc mérnök ezredes

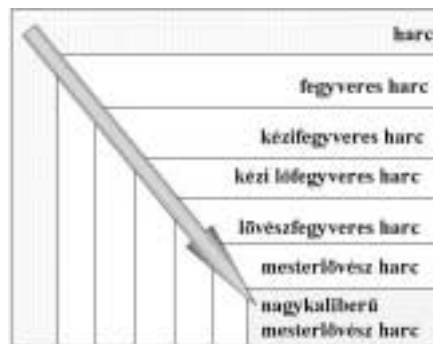
A

**LÖVÉSZ – FEGYVER – LÖVEDÉK
ESZKÖZRENDSZER
FUNKCIÓANALÍZISE**

**(különös tekintettel a „*nagykaliberű-mesterlövész*” harcának eszközürendszerére,
a műszaki fejlesztő szemszögéből)**

Meggyőződésemmé vált, hogy a lövészkatona kézfegyverével vívott harc (hadi)technikai oldalról való megközelítésének és elemzésének legcélravezetőbb módszere a rendszerszemléletű vizsgálat, mert ezzel a módszerrel olyan értékű eredményekhez juthatok, amelyek alkalmasak lesznek a műszaki fejlesztés valóban előremutató irányainak meghatározására, a jelenlegi helyben járásból való kilépésre.

A rendszeranalízis eszköztárából állításom bizonyításához alapvetően a funkcióanalízist, mint a részrendszer elemeinek vizsgálatára legalkalmasabb módszert választottam. Módszeremmel az egészből kiindulva, arról az elemzésem szempontjából felesleges mutatózó részeket lebontva, kívánok eljutni a speciálisig, addig mélyítve a kutatásomat, amíg – szándékom szerint – a mesterlövészre és speciális fegyverére érvényes igazságokig el nem jutok. Sok meghatározásom önkényes, de mivel ismeretem eszerint még nem történt törekvés a lövészfegyverrel vívott harc (benne a mesterlövész harc) kérdéseinek ilyen aspektusból való rendszerezésére, tehát a megfelelő fogalomkészlet sem áll rendelkezésre, minden esetben a jobb rendszerezhetőség és elemzés érdekében tettem meg azokat.



1. ábra: az elemzés útja a harc általános rendszerétől a *nagykaliberű mesterlövész* részrendszerig

A rendszerszemléletű megközelítéstől várom, hogy egzakt módon megadja azokat a peremfeltételeket, amelyek elengedhetetlenek a „*nagykaliberű-mesterlövész*” részrendszertől elvárható képességek meghatározásához.

Mesterlövész fegyver tervezése elképzelhetetlen a mesterlövésznek, mint a feladat alanyának, a mesterlövész puskának és lövedékének, mint a feladat tárgyának, valamint a környezetnek¹ a megismerése, a részletes elemzése, és a szükséges megállapítások, tanulságok levonása nélkül. Az elemzés során kifejtem saját nézeteimet a harcról és ezen belül a fegyveres harcról, végül teljes szűkítés után a „*nagykaliberű-mesterlövész*” harcáról, amelyeket külön («1» – «8m») jelölni fogok.

1. A harcról általában – saját megközelítemben

Két embercsoport számtalan konfliktusba keveredhet egymással és e konfliktusoknak ugyancsak számtalan megoldása lehetséges, de elemzésemben csupán a **harccal**, mint a tárgyalandó témával egyetlen összefüggő megoldással kívánok foglalkozni.

¹ az a térben pontosan meghatározható térfogatrész, ahol az eszközrendszer elemei tevékenységüket kifejtik

Értekezésem tárgyának szemszögéből nézve a kérdést, a *harcról* nagy általánosságban kijelentem, hogy:

„a harc két embercsoport közötti konfliktus egyfajta speciális, de szokványos² megoldása”

«1»

amire igaz, hogy:

- a *harc célja* az, hogy az egyik embercsoport a másikra erőltesse az akaratát (az itt és most nem részletezett és elemzésem szempontjából nem is lényeges okokból és várható előnyök miatt);
- a megcélzott embercsoport az előző csoport céljának megvalósulását megakadályozni igyekszik³;
- mindkét embercsoport **a céljai elérésére eszközrendszert** használ;
- ennek az *eszközrendszernek* a számos elemén belül vannak olyan kitüntetett elemei, amelyeknek fizikai megtestesülése van.

Értekezésemben, a továbbiakban csak a fizikai jellemzőkkel bíró eszközök rendszerét kívánom elemezni.

2. A harc eszközrendszerének részeiről – ugyanúgy

A *harctevékenység* során, az *eszközrendszerrel vívott harc*nak kell lennie egy olyan szegmensének is, amire igaz az a (szűkítéssel kapott) megállapítás, hogy:

„a harcban az egyik embercsoport arra alkalmas⁴ része, a másik embercsoport meghatározott részét – az arra a célra szolgáló saját eszközeit alkalmazva – úgy befolyásolja, hogy ne akadályozhassák meg (meghatározott ideig, vagy véglegesen) őt a célja elérésében.”

«2»

Ez a megállapításom a harc *általános* megközelítéséhez képest két kitüntetett megkötést tartalmaz:

- harcra alkalmas embercsoport, és;
- ennek az embercsoportnak a harcra alkalmas saját eszközei meglétét követeli meg.

Nyilvánvaló, hogy ez a két feltétel szoros összefüggésben (egymásra hatásban) áll, mert az embercsoport a célorientált eszközei nélkül nem képes elérni a kitűzött célt, ugyanakkor az eszközök önmagukban, az emberi elem (kitüntetetten az emberi akarat) nélkül viszont csak holt tárgyaknak tekinthetők. Az embercsoport célorientált része az ugyancsak célorientált eszközeivel alkotja az embercsoportnak a «2» szerint orientált eszközrendszerét, amelyet a további vizsgálat tárgyává kívánok tenni.

Fenntartva a megállapításomat, hogy az embercsoport céljai elérésére eszközrendszert használ, az előző fejtegetésemből következik, hogy ennek az eszközrendszernek tehát van:

- humán összetevője;
- tárgyi (technikai) összetevője.

² Clausewitz szerint a politikai tevékenység folytatása más eszközök igénybevételével is [Clausewitz Károly: A háborúról; Athenaeum Irodalmi és Nyomdai R.-T. Budapest. 1917], de ez a megállapítás inkább Clausewitz korlátait jellemzi, legalább is J. Keagan szerint [John Keagan: A hadviselés története Corvina 1993. 13. – 34. oldalak között magyarázza], mert szerinte a háború inkább az adott csoport kultúrájának egy fajta megnyilvánulása [u.o.].

³ ellenállás hiányában semmiképp nem használnám a harc kifejezést, mert az ilyen tevékenység nem katonai kategória

⁴ a megkülönböztetés kulcsszavai: válogatott, felkészített, adott célra kiképzett

A humán összetevőt – a közhasználatú kifejezéssel – **harcosoknak**, a technikai összetevőt egyelőre **eszköznek** fogom megnevezni.

A *harcosok* az *eszközeikkel* lesznek képesek tevékenységüket a *cél* elérése érdekében kifejtetni. Ezek az eszközök, mint önálló alrendszerek számos példányban (általában ahány *harcos*) lehettek fel a harcszintén.

Vizsgálatom szempontjából – hogy a vizsgálati minta nagyságát folyamatosan szűkíteni tudjam – meg kell kötnöm, hogy:

„bár a harc eredménye természetesen a harcok eredő tevékenységén múlik, de a harcmezőn a harcot ott és akkor minden harcok egyedül és önmagának vívja meg⁵”.

«3»

Ezzel a fejtegetéssel jutottam el a vizsgálatom célobjektumához, mert kijelentem, hogy az eszközrendszerrel vívott harctevékenység – elemzésem szemszögéből – lebontható az egyedi *harcos* saját eszközeivel vívott *elemi* harcára. Ebből következik, hogy az eszközrendszerrel vívott harc célja az elemi harcok összességének az eredőjeként valósul meg, tehát ennek az elemi harcnak elemi eszközrendszere alkalmas a külön elemzésre, további megállapítások levonására. Az ilyen eszközrendszernek az elemi szinten is humán és technikai összetevői vannak.

Megállapítom tehát, hogy:

„egyes célorientált embercsoportok azt a magasabb csoportérdeket jelentő célkitűzést, hogy egy másik meghatározott embercsoportra az akaratukat rákényszerítsék, a rendelkezésükre álló elemi eszközrendszerek hatása eredőjeként érik el. A végeredmény szempontjából ezért minden elemi eszközrendszer hatása döntő fontosságú lehet.”

«4»

Az elemi eszközrendszer első elemének a humán tényezőt választottam, akit ezután – általánosítva – **harcosnak** fogok nevezni.

A harcost

- fizikai;
 - mentális;
 - szellemi állapotával;
 - kiképzettségi szintjével;
 - ismeretei szinten tartásának minőségével
- mint alapvető jellemzőivel kívánom a későbbiekben leírni.

A *harcos* elemi harcához nélkülözhetetlen eszközök – mint azt a következőkben bebizonyítom – *eszköz-alrendszert* alkotnak⁶ és a *harcos*hoz, mint individuumhoz elválaszthatatlanul kapcsolódnak

⁵ végső soron saját túléléséért. Az eredmény szempontjából (a győzelem) minden egyéni teljesítmény egyaránt fontos, sőt sok esetben egyetlen egyéni teljesítmény is döntő befolyású lehet! Ezt az első pillanatra sajátosnak tűnő megállapításomat más, a csata emberi oldalával foglalkozó szakíró is megerősíteni látszik, pl: Keagan i. m., és A csata arca című könyvében (LAP-ICS 2001), vagy O'Connell Robert L.: A kard lelke; (Gold Book [évsz. nélk.]).

⁶ Az alrendszer természetesen több elemből állhat, hacsak nem pusztá kézzel folyik a küzdelem (ez a harc legősibb megnyilvánulása, ma viszont már úgy minősítik az eseményt, hogy verekednek).

Annak érdekében, hogy az *eszköz alrendszer* értekezésem szempontjából könnyen elemezhetővé tegyem, tovább szűkítem a vizsgált kört, ha kikötöm, hogy:

„a harc közben az akarat érvényesítésére alkalmazott befolyásolás az érintettek fizikai állapotának olyan mértékű romlásához vezessen, hogy azok ne akadályozhassák a cél elérését.”

«5»

Az általános megfogalmazás tartalmát még tovább szűkítve, a fizikai állapotromláshoz vezető tevékenységek közül csupán azok a területek érdekesek elemzésem szempontjából, ahol valamely ismert és mérhető energiát (továbbiakban: *károsító energia*) közölnek az emberi szervezettel⁷. A sokféle számba jöhető energia közül általában a mozgási, a kémiai és a hőenergia a fontos a vizsgálódáshoz, amire később még részletesen szintén visszatérek.

A folyamatos szűkítésekkel jutottam el ahhoz a megállapításomhoz, hogy:

*„az egyik embercsoport kitiűntetett egyedei olyan módon befolyásolják a másik embercsoport kiválasztott egyedeit – ismert és mérhető energiák (károsító energia) egy részének közlésével -, hogy akaratukat a másik embercsoportra rákényszeríthessék és ehhez konkrét **eszközt** (természeteset, vagy alkotottat) alkalmaznak”*

«6»

Ezt az eszközt nevezem **fegyvernek**.

A harcban csak az egy harcos által kezelt fegyverek összességét vizsgáltam (*egyéni fegyver*), valamint peremfeltételként megszabtam, hogy a fegyver a *károsító energiát* legyen képes annak keletkezési helyétől távolabbra eljuttatni és ez a távolság a szokásos dobótávolságokat⁸ sokszorosan meghaladja, ezzel megkaptam az *egyéni lőfegyverek* (a továbbiakban **lőfegyverek**) csoportját.

További megkötésként kizártam az emberi izomerőt felhasználó fegyvereket. Értelemszerűen adódott tehát, hogy az így vizsgált eszközcsoportba csak olyan fegyverek tartoznak, amelyek a *károsító energia* transzportálását valamely (ismert) természeti energia felhasználásával:

- a. mechanikai energiából nyert mozgási energiával (hajítógépek, légfegyverek, stb.);
- b. kémiai energiából nyert mozgási energiával (tűzfegyverek);
- c. hőszárazással;
- d. elektromos energiával (elektromágneses hajítás);
- e. nukleáris és részecske sugárzással végzik el.

A *károsító energia* mértékének vizsgálatával tovább csökkentettem a *lőfegyverek* csoportjának a méretét. Ennek érdekében meg kellett határoznom a károsító energia „szükséges értékének” alsó és felső határát egyaránt.

Az alsó határ (energiaminimum) mértékének azt az energiamennyiséget kell tekinteni, mely hatására az ellenség *legalább egy* egyede biztosan kiválik a harcból, *függetlenül attól, hogy az energia testének melyik pontján (felületén) érte!* Az úgynevezett harcképtelenné tevő küszöbenergia nemzetközileg elfogadott mértéke mintegy 85 J, a halált okozóé 150 J, ez

⁷ károsítani lehet elvileg az ellenséget azzal, hogy megijeszítik, vagy megátkozzák, de ezek eredményességét a hadtörténelem nem tudja kellőképp igazolni, illetve tudományosan nehezen kimutatható az ok-okozati összefüggés.

⁸ A fegyverek azon halmaza, amelyekre nem alkalmazom a *szokásos dobótávolságon túli* (nem több mint 50 m) megkötést, tartalmazza a kézi hajítófegyvereket is, amelyek nem képezik a dolgozat tárgyát. A lőfegyver a károsító energiát a célba ellövi.

azonban a *károsító energia* hatáskifejtésének pontjában (tehát a célban) értendő⁹. Mindenképpen figyelembe kell venni azt is, hogy a kívánt energia mennyiséget teljes mértékben közölni kell a céltesttel. Amennyiben az energiának csak egy része marad a testben és a többi távozik, akkor az előbb közölt értékek csak a bennmaradó energiára vonatkoznak¹⁰.

Az energiamennyiség felső korlátját az a megfontolás határozza meg, hogy az energia átvitel a lehető legnagyobb távolságra megtörténhessen, ugyanakkor ennek jelentős megvalósíthatósági korlátjai vannak. A számba jöhető megfontolások közül a leglényegesebb az a feltétel, hogy a *károsító energia* azt a célobjektumot (célszemélyt, céltárgyat¹¹, célkörzetet) érje, akinek(minek) a károsítását a harcok célul tűzte ki maga elé¹². Ez átvezet a később tárgyalandó **pontosság** követelményéhez¹³. Szem előtt kell tartani – többek között technikai és gazdasági okokból is¹⁴ –, hogy felesleges a *mindenképpen szükségesnél* lényegesen nagyobb energiát közölni a céllal a maximális energia átvitel távolságán (maximális lőtávolságon), hiszen adott esetben az energia transzportáció vesztesége akár a távolság négyzetével arányosan nőhet és ezt a veszteséget a kiindulási ponton (a fegyverben) kell dotálni. Változatlanul fenntartva a minimális 150 J értéket, továbbá figyelembe véve a transzportálás miatti energia veszteségeket belátható, hogy a *károsító energia* felső határértéke általánosan nem számszerűsíthető, mert több, esetenként csak az adott energiatípusra és átviteli módszerre jellemző tényezőtől is függ. Miután egyértelmű, hogy a *károsító energia* mértékét az energiaátvitel kiinduló pontján lehet csak befolyásolni, valamint léteznek szükséges és elégséges korlátok is, úgy döntöttem, hogy értekezésemben csak azokat a *lőfegyvereket* veszem figyelembe, ahol a *károsító energia* a keletkezés helyén (a lőfegyverben¹⁵) meghaladja a 300 J-t és nem nagyobb, mint egy önkényesen megadott (pl. a cél felismerhetőségét biztosító) távolságban mérhető szintén 300¹⁶ J-t becsapódási energiához szükséges¹⁷ energia. A torkolati energia emiatt akár 3000 J is lehet, tehát a felső korlát mértéke esetenként akár nagyságrenddel is meghaladhatja az alsó korlát mértékét.

A fenti gondolatmenetet lezárva kijelentem, hogy elemzésem szempontjából a továbbiakban lőfegyvernek a legalább 300 J induló (torkolati) károsító energiát előállító lőfegyvert tekintem, nem megadva az energia felső korlátját, amit a későbbiekben kívánok megmagyarázni.

⁹ Földi körülmények között a transzportált energia a művelet során mindig veszít valamilyen mértékben kiinduló értékéből. Ez a veszteség az adott esetekben jól leírható matematikai összefüggésben van a transzportáció távolságával, valamint annak a közegnek az állapotjelzőivel, amelyen keresztül az átvitel történik (alapesetben ez a közeg a légkör).

¹⁰ ezt a kérdést részletesebben tárgyalom az energia továbbító elemmel (lővedék) foglalkozó részben.

¹¹ sok esetben az élőerő harc képtelenné tételéhez bizonyos tárgyak (főleg a fegyver és a célszemély között lévő) rombolása elengedhetetlen. Azonban minden esetben az élőerő harcból való kiiktatása a végső cél!

¹² az új katonai feladatkörökben (béketeremtés, békefenntartás) egyenesen megengedhetetlen, hogy vétlen áldozatok sérüljenek meg

¹³ a pontos célzás követelményeiben a humán elem oldaláról hosszú időn keresztül az átlagos teljesítményű emberi szem azon látótávolsága volt a meghatározó, amin belül az emberalak méretű cél még elkülöníthető volt a környezetétől (kb. 1000 m). A célzást segítő optikai eszközök térnyerésével, valamint az új katonai eljárások bevezetésével mindinkább a cél(személy) felismerhetőségének távolsága szabja meg a felső határt. A fegyver-lővedék alrendszer pontosság képessége a másik tényező, amely a lőtávolságot a pontosság kritériumának oldaláról behatárolja, ez viszont a történelem során egészen az utóbbi időkig rövidebb távolságot jelentett, mint a humán tényező adta lehetőség.

¹⁴ könnyen belátható, hogy egy fegyver által transzportálható energia mennyisége és a fegyver bonyolultsága és ára között összefüggés van

¹⁵ A továbbiakban - jó közelítéssel – a torkolati energia kifejezést célszerű használni, tudomásul véve, hogy adott esetben csak látszólagos torkolatról lehet szó, illetve, hogy sok esetben a torkolati energia hagyományos módon nem is mérhető. A torkolati energiát mérhető tömeggel rendelkező lővedék esetében a torkolati sebesség meghatározása után, a mozgási energia képletel lehet kiszámítani [$E_0 = 1/2mv^2$].

¹⁶ Abból a megfontolásból, hogy a biztos harc képtelenné tétel érdekében (figyelembe véve, hogy az energiaátadás a célpont számára szintén veszteséggel járhat, pl.: áthatoló lővedék miatt) 100%-kal több károsító energiát célszerű számításba venni.

¹⁷ legalább 50%-os energia-átadási hatásfokot feltételezve

Ezt a **lőfegyvert** választottam az eszközrendszer következő elemének.

Tovább elemezve az energiakérdést felismertem, hogy nem csak azt szükséges vizsgálni, hogy a *károsító energia* milyen *transzportáló energiával* jut el a fegyvertől a célig, hanem azt is, hogy mi a *transzportáló energia* hordozója. A könnyebb érthetőség és a megvalósított szerkezetek ismeretében csupán két részre osztom a lehetséges megoldásokat, miszerint:

- α) külön erre a célra alkotott, tömeggel és kiterjedéssel, többnyire adott elvek alapján szerkesztett alakkal rendelkező tárgy segítségével,
- β) a (szub)atomi méretű világ természetét felhasználva (ezzel a megfogalmazással kerülve el a kvantumfizikai és filozófiai fejtegetéseket egyaránt¹⁸) végzi a *károsító energia* eljuttatását a célba.

Az egyszerűség kedvéért mindkét esetben az energiaátvitelt szolgáló megoldást **lővedék**nek fogom nevezni, még akkor is, ha tudom, hogy a β változat esetében ez kissé túlzó általánosítás¹⁹, de a továbbiak könnyebb megértése szempontjából kell ragaszkodnom hozzá, főleg, hogy elemzésem tárgyában (a megvalósult mesterlövész alrendszerek műszaki megoldásai miatt) csak az α változatú *lővedék* kap további szerepet.

Ezt a **lővedéket** választottam az eszközrendszer utolsó elemének.

A lövéssel kapcsolatos alapfogalmakat – fejtegetéseim szempontjából némi önkénnyel – a következők szerint ismertetem:

- a **kaliber** a nemzetközi gyakorlatban általánosan a fegyvercső furatának a legkisebb (az oromzatok között mérhető átmérő) méretét jelenti. Egyes angolszász fegyvereknél a kalibert a kilőtt lövedék fontokban mért tömegével azonosítják, míg a sörétes fegyverek kaliber-jelzése azt mutatja, hogy a cső furatának átmérőjével egyező átmérőjű ólomgolyóból hány darab készíthető el 1 font tömegű ólomból, de ezek az esetek elemzésem szempontjából érdektelenek;
- az energia transzportáció folyamatának megindítását (amikor az előbb meghatározott *lővedék* megindul) összefoglaló néven (az egyszerűség kedvéért nem téve különbséget az egészen finom részletekben) nevezem **lövésnek**;
- az energia transzportáció befejező pillanatát, amikor a károsító energia eléri a *célt*²⁰ és elkezd kifejteni hatását, nevezem - szintén az egyszerűség kedvéért - **találatnak**;
- azt a háromdimenziós térben és az időben pontosan meghatározható helyet, ahonnan az energia transzportációt (a *lővedéket*) megindítjuk, nevezem – általánosított kifejezéssel – **lőállásnak**²¹;
- azt a háromdimenziós térben és az időben pontosan meghatározható helyet, ahová a *károsító energiát* el **a k a r j u k** juttatni, nevezem célzási pontnak (**célpontnak**). A *célpont* térbeli kiterjedése lényegesen kisebb is lehet, mint a

¹⁸ például a fény kettős természetéről, vagy a hősugárzásról, a részecskesugárzásról, stb.

¹⁹ Impulzuslézer esetében a foton-csomag például könnyen felfogható lövedéknek, mint ahogy minden részecskeáramlás is, amelynek a térben kiterjedése van.

²⁰ vagy valamit annak környezetében....

²¹ A lőállásnak az eszközrendszer által kitöltött azt a térrészt kell tekinteni, amelyet a lövés pillanatában foglal el. Értelemszerűen a lőállás nem lehet pontszerű, azonban esetenként a csőtorkolatnak a háromdimenziós térben és az időben pontosan meghatározható helyével fogom helyettesíteni.

célobjektum térbeli kiterjedése, bizonyos fajtájú *károsító energia* alkalmazása esetén viszont lehet a célnál nagyobb is²²;

- azt a háromdimenziós térben és az időben pontosan meghatározható helyet, ahol a lövedék az energia transzportáció végén tartózkodik („becsapódik”), illetve ahol a károsító energia ténylegesen elkezd kifejteni hatását²³, nevezem **találati pontnak**²⁴, függetlenül attól, hogy ez a pont a *cél* által elfoglalt térrészben van-e, vagy sem!
- végül azt az utat, amelyet, a *károsító energiát* hordozó lövedék az energia transzportáció során bejár, nevezem **röppályának**;
- a *harcos* azon elhatározását és cselekvését, amikor a lövedék röppályáját úgy irányítja a *fegyvere* segítségével, hogy az messe a *cél* által kitöltött térrészt, nevezem (a hagyományos kifejezéssel élve) **célzásnak**;
- azt az időpillanatot, amikor a *harcos*, a lövést kiváltó akaratát átviszi a fegyverre, (szintén hagyományos kifejezéssel) nevezem **elsütésnek**;
- azt az időben pontosan meghatározható terjedelmű cselekvés és történés sort, amely a *harcos* által kiváltott *lövéstől* a *lövedék* által transzportált *károsító energia* hatásának a *célra* történő kifejtéséig tart, nevezem **lövésfolyamatnak**²⁵.

Könnyen belátható, hogy ezek az elnevezések függetlenek attól, hogy milyen jellegű transzportáló energiával, milyen fajta lövedéket lőnek, mert mindenkor azonos folyamatokat jelölnek.

A *lövésfolyamatnak* azt a részét, amely a lövés akaratlagos kiváltásától a lövedék becsapódásáig tart, a **ballisztika** tudománya (a tűzfegyverek esetében) négy szakaszra bontja:

1. *belballisztika* (azon folyamatok összessége, amelyek azalatt játszódnak le, amíg a lövedék a fegyver csövében tartózkodik);
2. *átmeneti ballisztika* (azon folyamatok összessége, amíg a lövedék a fegyvercső torkolatának közvetlen közelében tartózkodik; pl.: amikor a löporgázok elégéséből keletkező gázok feszítőereje által mozgatott lövedéket a csőtorkolat elhagyása után még befolyásolják a hajtógázok);
3. *külbballisztika* (azon folyamatok összessége, amelyek azalatt játszódnak le, ameddig a lövedék a röppályán tartózkodik);
4. *célballisztika* (azon folyamatok összessége, amelyek a lövedék becsapódásakor játszódnak le).

3. Az eszközrendszerben ható energiák elemzése

Elemzésem ezen szakaszában felismertem, hogy a *lövedék* által transzportált *károsító energia* fajtája a következő lehet:

²² Ha a károsító energia (a lövedékből kiszabadulva) távolabb is hat (lásd a 8. oldalon a másodlagosan ható energiák).

²³ Nem szükségszerű, hogy a lövedék a cél által elfoglalt térrészt elérje, vagy abba behatoljon, bizonyos esetekben elegendő, hogy a cél közelében szabaduljon fel a károsító energia (pl. az időzítő, vagy közelségi gyújtóval rendelkező robbanó lövedékek).

²⁴ Mind a célzási pont, mind a találati pont valóban pontszerű kiterjedésnek tekinthető, amennyiben a káros energia nem másodlagosan ható energia felszabadításból származik (pl.: robbanó lövedék robbanása).

²⁵ Egyes felfogások szerint a lövésfolyamat kezdetének nem a lövés kiváltását, hanem a célnak a lövész által való megirányítását kell tekinteni, mert az ettől az időponttól kezdődő történések mind befolyásolják a lövésfolyamatot. Amennyiben a célzást lövés követi ez a gondolatmenet maradéktalanul elfogadható. A probléma akkor keletkezik, ha a célzást nem követi lövés, mint ahogy az a gyakorlatban sokszor előfordul. Természetesen, ha nem így történik valóban célszerű a lövésfolyamatot a célzástól vizsgálni.

- mozgási energia (alapvetően azonos a *lövedék* mozgási energiájával a *találati pontban*, kivéve, ha a „becsapódás” újabb energiát szabadít fel);
- irányított hőenergia (pl.: lángszóró);
- irányított részecske energia (pl. koherens, párhuzamos fénynyaláb → lézer, irányított nukleáris sugárzás → mézer, stb.);
- speciális energia (pl.: hullám energia, az alacsonyfrekvenciás hanghullámok által keltett 3-7 Hz-s test-önrezgés → infrahang);

ezeket az energiákat **elsődlegesen hatónak** neveztem el (és **E** jellel jelölöm), mert már a *lövés*kor felszabadulnak;

- kémiai energia felszabadulásából származó energiák (mozgási-, hő-, nyomás) alapvetően a robbanó lövedékek és ezek repeszhatása;
- nem irányított nukleáris energia

amelyeket a *lövedék* találati pontba érkezése szabadít fel, és ezért **másodlagosan hatónak** neveztem el (és **M** jellel jelölöm) azokat (pl. a robbanó lövedékek, stb.).

Természetesen ezek az energia fajták egyenként, vagy tetszőleges kombinációkban is alkalmazhatók, de a károsító képesség megítélése szempontjából csak az az energiatípus veendő figyelembe, amely a harcképtelenséget ténylegesen okozza.

Megvizsgáltam végül, hogy ha a lőfegyver nem a hagyományos lőpor-energiát hasznosító fegyver, akkor a ballisztika klasszikus négyes felosztása (bel-, átmeneti-, kül-, és célballisztika) mennyire tartható fenn. Megállapítottam, hogy:

- az átmeneti ballisztika kivételével a bel-, kül-, és célballisztika²⁶ (ha némi áttétellel is) a transzportáló energia fajtájától és a lövedék jellegétől függetlenül használható fogalmak;
- a fegyverben, mint transzportáló energia (és esetenként károsító energia) előállító gépben történő folyamatok leírására alkalmas a belballisztika, függetlenül attól, hogy ez a folyamat csőben, vagy más (de ugyanazt a célt szolgáló) szerkezetben megy végbe, ugyanígy lényegtelen, hogy a transzportáló energia az **a.-e.** keletkezési mód melyikéből származik.
- a lövedék, függetlenül attól, hogy **α** , vagy **β** csoportba tartozik, *röppályát* leírva kerül a célba, és ezen a röppályán a környezettől függő hatások érik, tehát leírása a külballisztika feladata.
- a lövedék, bármelyik típusú is, a célban hatást fejt ki, mely hatás a lövedék károsító energia átadási képességétől függ. Tehát leírására alkalmas a célballisztika fogalma.

A felsoroltakkal bizonyítom – függetlenül attól, hogy az elemzésem szoros tárgyába tartozik-e vagy sem –, hogy minden lőfegyverre (ha nem is azonos mértékben és részleteiben is azonos eszközrendszer alkalmazva) igaz, hogy lövésfolyamata során a jelenségek leírására a ballisztika klasszikus négyes felosztását alkalmazni lehet.

Az eszközrendszer felállításához végül az «1» – «6» megállapításokat összevettem az előbbi megfontolásokkal és azokat úgy összegeztem, hogy az általam felállított eszközrendszerre igaz:

²⁶ Nem lehet kétséges, hogy amikor a lövedék elhagyja a fegyvert (és a röppályán való útját épp megkezdte) olyan hatások érik, melyek egyrészt a fegyvertől való elszakadásából, másrészt az új környezeti közegbe való belépésétől függenek és nem teljesen azonosak a külballisztika által figyelembe vett hatásokkal. Mindezek alapján kijelentem, hogy az átmeneti ballisztika fogalmára is szükség lesz, ha a teljes lövésfolyamatot precízen kívánánk leírni.

„az egyik embercsoport **harcosai** a csoport akaratának egy másik embercsoportra való rákényszerítése érdekében olyan módon befolyásolják a másik csoport általuk veszélyesnek ítélt egyedeit, hogy ellenállás képtelenné váljanak, és ehhez **lőfegyvert** használnak, mely a harcképtelenséget olyan energiaátviteli módszerrel éri el, amely erre a célra **lövedéket** alkalmaz”

«7»

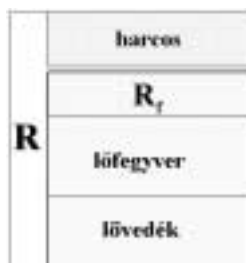
Az eszközrendszer elemei tehát:

- a harcos
- a lőfegyvere
- a lövedéke, melyek együttesen képesek a «7» megállapításban foglaltak teljesítésére.

Nem pusztán olyan megfontolásból, hogy a rendszer egyetlen tudatos eleme a harcos, aki akaratát a tárgyi elemeken keresztül vetíti ki, hanem a valóságos viszonyoknak megfelelően a lőfegyvert és a lövedéket a rendszeren belül kételemű részrendszernek tekintetem. Döntésem megalapozottságát azzal bizonyítom, hogy

- a részrendszer elemei szoros összefüggésben állnak egymással és bizonyos feltételek hiánya esetén nem cserélhetők másra²⁷;
- a humán tényező sokkal tágabb peremfeltételek között cserélhető a részrendszerhez;
- a rendszer hatásosságát jellemző pontosságot²⁸ a humán tényező csak a részrendszeren keresztül tudja befolyásolni, annak elemein keresztül közvetlenül nem.

Az általam bevezetett **R** eszközrendszer tehát a következőképp épül fel:



2. ábra: az eszközrendszer elemei

ahol az **R_f** jelölésű fegyver–lövedék rendszer az **R** rendszer részrendszere.

Ezzel meghatároztam azt az érdeemben vizsgálható elemi eszközrendszert, amelyiket lehetséges a funkcióanalízis eszközeivel vizsgálni.

A harc «7»-ben meghatározott célját szem előtt tartva, az **R** eszközrendszert a mai korra alkalmazva, napjaink haditechnikai eszközparkját figyelembe véve a következő pontosításokat vezettem be:

- harcosnak a lövészkatonát
- lőfegyvernek a lövészkatonára alapvető lövészfegyverét²⁹;
- lövedéknek az egyesített tölténybe³⁰ szerelt lövedéket tekintem.

²⁷ pl. könnyen belátható, hogy nem lehető ki minden lövedék bármely fegyverből

²⁸ a fogalmat a 4. és 5. pontokban részletesen leírom

²⁹ A lövészkatonára alapvető lövészfegyvere a XX. – XXI. század fordulóján a gépkarabély, vagy a rohampuska, 5–8 mm közötti kaliberben.

Ezzel a változtatással a harc «7»-ben meghatározott jellege nem más, mint a lövészkatona alapvető löfegyverével lefolytatott tűzharc (**lövész tűzharc**), amelyet a következő **R_f** részrendszer jellemez a XXI. század elején:

- a löporgázok elégetéséből származó gázok munkavégző képességét felhasználó kézi löfegyver, ez a fegyver alkalmas a lövésfolyamat korlátozott számú reprodukálására.
- egyesített töltény, amely fém hüvelyébe van elhelyezve a löpor, valamint a hüvelybe szerelve a csappantyú és a lövedék.

3.1 A lövész alapvető lövészfegyverének elemzése

A kérdést tovább vizsgálva a lövész alapvető egyéni löfegyveréről a következő megállapításokat tettem.

A lövész alapvető egyéni löfegyvere az általános nemzetközi (alapvetően német) terminológiát alkalmazva a **rohampuska** (más terminológiák szerint: gépkarabély). 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. Az **1.-2. pontokban** lefektetett elméleti alapokra támaszkodva kijelenthető:

- a fegyver lövedéket lő ki, tehát löfegyver;
- a transzportáló energiát kémiai úton (lőpor elégetéséből) nyeri, tehát tűzfegyver³¹;
- a fegyver **a** típusú lövedéket lő ki, mert a lövedék mérhető formájú és tömegű, pontosan leírható szerkezetű tárgy;
- a fegyver a károsító energiát a „b” módszerrel juttatja a célba, mert a lövedék mozgási energiáját használja a károsító energia transzportálására;
- a lövedék a károsító energiát az „E” módszerrel közvetíti, amely egyenlő a lövedék célban mért mozgási energiájával.
- az energiatermelés a fegyverben, ezen belül a fegyvercsőben zajlik le, tehát belső égésű motornak tekinthető³²;
- a fegyver alkalmas a lövésfolyamat reprodukálása többféle tűznemben³³ is;

³⁰ A modern löfegyverek szerelt töltényt használnak, amelynek csak egyetlen eleme a lövedék. Mégis ragaszkodom a lövedékhez, mint rendszer részemhez, mert a töltény többi eleme csak a töltés-ürítés és a belballisztikai folyamatok leírásakor kap szerepet.

³¹ Fontos megemlíteni, hogy bár az energiaátalakítás a fegyverben megy végbe, a transzportáló energia hordozója (a löpor) nem a fegyver, hanem a lövedék tartozéka. Az egyesített tölténynek (röviden tölténynek) nevezett szerkezeti egység tartalmazza a lövedéket, a löport, a csőfár tömítésére szolgáló és az alkatrészeket egybefogó hüvelyt, valamint a löporégés 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 lövésfolyamatra 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 löpor-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.

³² 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. A „belső égésű” analógia részletes elemzése a **4.4.1 pontban**.

³³ Lásd a lövésfolyamat reprodukálásával foglalkozó gondolatokat az azzal foglalkozó bekezdésben alább

- a fegyverhez szükséges lövedékmennyiséget a fegyverhez kapcsolható (vagy kapcsolt) tartozékban (tárban) tárolja.

A *rohampuska* elemzéséhez szükségesnek tartok még egy rövid fegyverszerkezeti kitérőt. Mindenképpen elemezni szükséges a további értékelésekhez tűzfegyverek viselkedését (a majdani értékelési jellemzők konkretizálásához) a lövésfolyamat reprodukálása során.

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 zárva, egészen addig a jól meghatározható Δt_z ideig, amíg a lövedék az átmeneti ballisztika zónáját elhagyva, a külső ballisztika által meghatározott röppályára tér³⁴. 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 végzi³⁵ (gázelvételes rendszer);
- *tömegzárolás*, amikor a csőfar zárolását a zárolótest (tömegzár) tömegének tehetetlensége biztosítja³⁶ (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 tömegzárás³⁷ rendszerek).

A rohampuskáknál a szabad tömegzárás rendszereket, a viszonylag nagy lövedékteljesítményekből adódó nagy zártömegek miatt, nem lehet alkalmazni.

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

Amennyiben, mint jeleztem, 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:

³⁴ Egyáltalán nem szükséges viszont, hogy ekkorra a löporgázok nyomása *teljes mértékben* a környezeti nyomásra csökkenjen a fegyvercsőben.

³⁵ 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.

³⁶ Már az 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.

³⁷ Késleltetni alakos kötéssel, aszimmetrikus lengőkarok alkalmazásával, excentricitással, stb. szokásos.

- *első ütemében* megtörténik a lövedék fegyvercsőbe történő juttatása (pl. a tölténytárból), a hagyományos kialakítású egyéni lövészfegyverekre jellemző módon, a zároló elem fegyvercső irányában történő mozgásával;
- *második ütemében* megtörténik a fegyvercső lezárása 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 elem³⁸ 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 ötitemű működésre egyaránt példa a gázelvételes, merev reteszelésű fegyverszerkezet és a késleltetett tömegzáras is. Jellemző továbbá, hogy a lövész a lövésfolyamat megindítására szolgáló akaratát a harmadik ütemben közli a fegyverrel, az elsütőberendezés működtetése útján³⁹. A folyamat lejátszódásához szükséges idő meghatározásához figyelembe kell venni, hogy a rohampuska töltények viszonylag hosszú méretűek (továbbá az elcsettent⁴⁰ 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 **tűzütem-idő**⁴¹ 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**⁴²) nő. Merev ütőszeges szabad tömegzáras zárolásnál a *háromütemű* működés a jellemző, mert a be és kizárolás üteme elmarad (nem kell külön szerkezetet működtetni). Szabad tömegzáras rendszereknél a lövész az akaratát az első ütem megindításával viszi át a fegyverre⁴³. 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 hűtése⁴⁴.

³⁸ általában az ütőszeg (önálló, vagy a kakasba, vagy ütőtömbbe épített)

³⁹ Zárt töltényűrű rendszernek is nevezik, mert a lövedék mindig és teljesen lezárolt állapotban várja, hogy a lövész kiváltsa a lövést.

⁴⁰ 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.

⁴¹ A folyamatos sorozatlövés két lövése között eltelt átlagos időt nevezzük **tűzütemidő**nek, vagy röviden **tűzütem**nek.

⁴² Általánosan a percenként leadható lövésszámot nevezzük **tűzgyorsaságnak**.

⁴³ 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 zárolt állapotban történik meg, nem előtte.

⁴⁴ Már most megjegyzem, hogy mesterlövész célra azonban ilyen zárolás nem alkalmazható a nagy zártömeg hirtelen lefékezéséből származó bólintó nyomaték miatt.

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 emelkedik⁴⁵.

A XX. század végén használt rohampuskák mindegyike a lövésfolyamatot automatikusan reprodukálta, olyan módon, hogy a lövész döntésétől⁴⁶ függött a reprodukálás:

- *ismétlés* (egyes lövés), az elsütő elemeket⁴⁷ 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 elhatározásától⁴⁸ függ, kivéve, ha közben a rendelkezésre álló tölténymennyiség elfogy;
- *tűzlökés*, 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 tervezettől⁴⁹.

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) részrendszer kölcsönhatásai, ezen belül legfőképpen a fegyver ergonómiai és szerkezeti kialakítása határozza meg, *mert a részrendszer 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-ürítéshez, elsütéshez, stb.). Ezek mozgásjellemzőinek és a lövésből származó hátralökésnek a pillanatnyi eredője⁵⁰ terheli a lövést. Az **R_f** részrendszer figyelmen kívül nem hagyható hatásai megítélésem szerint a következők:

- a lövedék torkolati energia és a fegyvertömeg viszonya meghatározza a hátraható erőt⁵¹, azaz az elugrási hajlamot, főleg annak mértékét;

⁴⁵ A merev reteszelésű fegyverek tűzgyorsasága alacsonyabb, tűzüteme magasabb, mint a szabad tömegzárasaké, de a legmagasabb tűzgyorsaságot (klasszikus felépítésű fegyverek esetében) az előgyújtásos rendszer szolgáltatja.

⁴⁶ Az erre a célra kialakított, *általában* egy darab kezelőelem (tűzváltó) beállításával. Egyes esetekben (AUG) a tűznem váltása az elsütőbillentyű elhúzási hosszának megváltoztatásával történik.

⁴⁷ A rohampuskáknál és a lövész oldaláról ez az elsütő billentyű.

⁴⁸ Ameddig az elsütőbillentyűt működteti (el nem engedi).

⁴⁹ Elmozdulás 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 szétartása miatt.

⁵⁰ Az erőhatás vektorának térbeli helyzete, valamint a vektor nagysága is pillanatra változik.

⁵¹ A torkolati energiából számítható lövedékimpulzus a tömegarányoknak megfelelő fegyverimpulzust ébreszt. Tehát, ha a fegyver hátralökő impulzusát a lövész az időben el tudja húzni (nem merev fegyver megfogással, hanem elmozdulásának biztosításával, majd e mozgás megfelelő mértékű lefékezésével) akkor lényegesen csökkenthető a hátralökő erő nagysága. Gyakorlott lövők ezt a fegyverrel szembeni engedékenységgükkel érik el.

- a sorozatlövés tűzgyorsasága meghatározza a lövésre ható káros rezgések periódusát⁵²;
- a fegyvermechanizmus kialakítása meghatározza a fegyverlengés jellemzőit⁵³;
- az R_f alrendszer dinamikus tömegközéppont vándorlása⁵⁴ 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 tanulmányozták kellő gondossággal. Tekintettel arra, hogy a sorozatlövés során a lövedékek által bejárt röppályák a lövésszám emelkedésével egyre inkább széttartóvá válnak, valamint a lövésre ható terhelés a tűzgyorsaságtól is függ, mert nagy tűzgyorsaság mellett az emberi test tehetetlensége a rendszer pontosságának megtartása irányába hat, érthetővé válik a tüzlökés, mint tűznem bevezetése és annak továbbfejlesztése a tüzlökés alatti emelt tűzgyorsasággal. A röppályák széttartása azonban az egyeslövéshez képest mindig lényegesen alacsonyabb hatásos lőtávolságot biztosít sorozatlövésnél.

Az ezredforduló általános egyéni lövészfegyverének tekintett rohampuska (gépkarabély) elemzését tovább nem folytatom, tekintettel arra, hogy a mesterlövész eszközrendszert, mint a lövész eszközrendszer alrendszerét kívánom vizsgálni, az eddig tett megállapításokat arra kiterjeszteni.

Mindenesetre, mintegy összefoglalásként megállapítom, hogy a modern rohampuska működési elvét tekintve messze nem követte a haditechnika XX. századbeli forradalmát. 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. Ennél a műszaki megoldásnál a lövedék röppálya befolyásolására, a biztos találathoz szükséges mértékű módosítására – miután a lövedék elhagyta a fegyver csövét – nincs mód. Az alkalmazott módszernek az a legnagyobb hátránya, hogy viszonylag alacsony a hatékonysága, mert átlagos harctéri helyzetet alapul véve a cél(ok) folyamatos mozgása, illetve fel és eltűnése erősen nehezíti a

A hátramozgás során azonban mindenképp biztosítani kell, hogy a fegyvercső csak a saját tengelyében mozduljon el, mert ekkor nem kell röppályaváltozással számolni.

⁵² Minél magasabb a tűzgyorsaság, annál kevésbé érzékeny (tehetetlensége miatt) a lövész teste a hátralökések hatására. Minél rövidebb a tüzütem, 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_f = 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.

⁵³ A zárolást végző (teljes) szerkezet tömege és a mozgás végpontjain mérhető sebessége határozza meg, hogy milyen ütősszerű terhelést ró a lövésre. Lágy ütközőkkel az ütés mértéke csökkenthető. A rángatás mértéke attól is függ, hogy a nagytömegű elemek lengésének síkja milyen messze esik a fegyver eredő tömegközéppontjától.

⁵⁴ A lengőrendszer pillanatnyi helyzete és a tölténynyelvés által meghatározott az R_f alrendszer eredő tömegközéppontja által a térben egy görbefelületen leírt folyamatos mozgás, melynek pillanatról, pillanatra változó dinamikai jellemzői (az ébredő erő vektorának iránya, értelme és nagysága) határozzák meg a lövész terhelését.

korrekt célzást. Azonban még korrektnek tekinthető célzás mellett sem garantálja 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** rendszer pontosságának jelentős csökkenése. A harcmezőn azonban az van előnyben, aki **messzebbre és pontosabban** lő. Bár a viszonylag pontatlan **R** rendszerek alkalmazásakor a tűzsűrűség⁵⁵ növelése némiképp javíthat a helyzeten. A tűzsűrűség a lövések számának növelésével⁵⁶, illetve a lövésfolyamat folyamatos reprodukálásával (sorozatlövés) növelhető. Természetesen a sorozatlövés szóráskepe döntő hatással van a valószínűségi tűzsűrűsége⁵⁷. A sorozatlövés kiegészítő tűzsűrűség növelés viszont erősen apasztja az amúgy is mindig kevésnek bizonyuló lövésrészletet⁵⁸. Be kell látni tehát, hogy a pontos találat lehetőségének biztosítására - a hatásos lőtávolságig és szélsőséges, gyorsan változó környezeti körülmény között - az ezredforduló rohampuskái/gépkarabélyai egyszerűen alkalmatlanok. Bár kétségtelenül igaz, hogy a lövedék kezdősebességének drasztikus emelésével⁵⁹ a pontossága és a hatásosság némiképp növelhető (ugyanakkor a még elviselhető hátralökés érdekében a lövedéktömeget csökkenteni kell!⁶⁰), 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** rendszer ezen **R_f** alrendszer alkalmazásával érezhetően a lehetőségeinek határához ért. Természetesen továbbfejlesztéssel az **R** rendszer határfoka némiképp növelhető, de igazán forradalmi javulás - meglátásom szerint – reálisan már nem várható el tőle!

Figyelembe véve a károsító energia jellegére, valamint az energia transzponálására vonatkozó megállapításaimat, arra a felismerésre jutottam, hogy a kézi lőfegyverek terén az elmúlt 100-120 év alatt – miközben a haditechnikai más téren hatalmas fejlődést mutatott – műszaki szempontból nem történt érdemi előrelépés. Ezt az állításomat azzal bizonyítom, hogy a károsító energia-fajta felhasználásának legalább 5 módjából még mindig csak egyet (**b.**), az energia transzportáló elem fajtából még mindig csak az elsőt (**a.**) és az energiaközvetítés egyetlen módszerét (**E**)⁶¹ alkalmazzák a rendszeresített alapvető lövészfegyverek, függetlenül minden modernizálásuktól.

⁵⁵ A tűzsűrűség egy adott felületegységre eső találatok száma. Eloszlása korántsem egyenletes, hanem az egyes lövésekhez rendelt **R** rendszerek találati képének eredője. Szoros összefüggésben van a célok felületegységre eső számával, a célsűrűséggel, mert a célsűrűség növelésével a tűzsűrűség csökkenthető.

⁵⁶ Ekkor viszont a saját célsűrűség nő.

⁵⁷ Sorozatlövéskor felfelé erősen elmozduló fegyver egy adott lőtávolságon alkalmatlan a tűzsűrűség növelésére, legfeljebb a harctér mélységében.

⁵⁸ 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 ellenségen.

⁵⁹ Nő a becsapódási sebesség, stabilabb lesz a röppálya, stb.

⁶⁰ 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).

⁶¹ Igaz az „**M**” módszert a nemzetközi szerződések a katonai alkalmazásban általában tiltják, mint „felesleges szenvedés”-t okozót.

Megállapítottam, hogy a haditechnika elmúlt száz év alatti viharos fejlődéséből épp az alapvető lövészfegyverek fejlődése maradt ki a technikai szintnek legalábbis megfelelő mértékben.

Elemzésem azt is kimutattam, hogy a pontosság hiányát esetleg lehet pótolni a tűzsűrűség növelésével, de az erre a célra szolgáló sorozatlövés nagyságrendekkel kisebb pontosságot eredményez a fegyvermechanika működéséből keletkező hibanyomatékok kitérítő hatása miatt. Pont a nagy távolságra szükséges pontos találat elérésének lenne legnagyobb akadálya a sorozatlövés. Mesterlövész feladatok sorozatlövessel nem megoldhatók, amint azt a következőkben bizonyítani fogom.

Tekintettel arra, hogy a korszerűnek tekintett mesterlövész fegyverek (ismétlő, vagy egylövetű puskák) vitathatatlanul az alapvető lövészfegyverek műszaki rokonainak tekinthetők, mert ezek is a „*E–b–a*” elvek szerint működő tűzfegyverek, megállapításaim döntő többsége a továbbiakban is igaz marad, legfeljebb a pontosság, hatásosság és alkalmazhatóság kérdésében tudok (és akarok) újabb megállapításokat tenni.

4. A mesterlövész harc eszközszerkezete

Ebben a pontban kívánom az előző pont általános megállapításait a *mesterlövész tűzharc*, ezen belül is a *nagykaliberű-mesterlövész tűzharc* szintig tovább bontani, hogy a kapott eredmények alapján már konkrét számszerűsített követelményeket határozhatok meg. Az elemzéshez ebben a pontban már a funkcióanalízis eszköztárát használom, amellyel a rendszer elemeit, illetve azok egymásra hatását vizsgálom.

Ugyancsak ebben a pontban kívánom bizonyítani, hogy a mesterlövész képességek jelentősen eltérnek az általánosan elvárható lövész képességektől és megengedhetetlen, hogy ezeket – valamely gazdasági megfontolások alapján – összemossák.

Minden tudományos fejtegetést nélkülözve is magától értetődő, hogy *a mesterlövész egyetlen feladata a harcban teljes bizonyossággal eltalálni és ezzel a szükséges időre kivonni az ellenség különösen veszélyesnek ítélt célobjektumát a lehető legnagyobb lőtávolságból.*

Ebben a megállapításban a kulcsszavak:

- *a teljes biztonsággal;*
 - *a szükséges időre kivonni;*
 - *a különösen veszélyesnek ítélt célobjektum,*
- mint ahogy ezt ebben a pontban szintén bizonyítani kívánom.

A «7»-ben közölt megállapítást a *mesterlövész harcra* átformálva kaptam, hogy:

*„az egyik embercsoport erre a célra speciálisan kiválogatott és felkészített **harcosai** a csoport akaratának egy másik embercsoportra való rákényszerítése érdekében olyan módon befolyásolják a másik csoport általuk különösen veszélyesnek ítélt célobjektumait, hogy ellenállás-képtelenné váljanak, és ehhez speciálisan erre a célra készített **lőfegyvert** használnak, mely a harc-képtelenséget olyan energiaátviteli módszerrel éri el, amely erre a célra speciális **lővedéket** alkalmaz”*

«8»

Ebben a kontaktusban:

- az adott állományt **mesterlövésznek**
- az adott löfegyvert **mesterlövészpuskának** nevezem;
- továbbá a lövedék/energia együttesét **különleges lövedéknek** jelölöm, az előbbi megfogalmazás így egyszerűsödik:

*„az egyik embercsoport **mesterlövészei** a csoport akaratának egy másik embercsoportra való rákényszerítése érdekében a másik csoport általuk különösen veszélyesnek ítélt célobjektumai ellen, hogy azok ellenállás képtelenné váljanak **mesterlövészpuskát és különleges lövedéket** használ”*

«8m»

A «8a» megállapítás értelmében tehát a *mesterlövész* **R_m** rendszer a következő ábra szerint épül fel:



3. ábra: a mesterlövész eszközrendszer elemei

Azonos módon a lövész eszközrendszerrel, a vizsgálni kívánt **R_m** eszközrendszer is három elemből áll:

- a mesterlövész, akit rövidség kedvéért a továbbiakban is **lövésznek**;
- a mesterlövészfegyver, amit a továbbiakban **puskának**;
- speciális lövedék, amit a továbbiakban változatlanul **lövedéknek** nevezek, (kizárólag az egyszerűbb megnevezés érdekében!)

amelyekből az utóbbi kettő alkotja az **R_{fm} mesterlövész** részrendszert, és ezek az elemek – nem azonos mértékben ugyan –, szoros kölcsönhatásban⁶² vannak egymással.

A kölcsönhatások elemzése során első lépésben olyan megállapításokat tettem, amelyek nézetem szerint általánosnak tekinthetők az **R_m** rendszer viselkedésére.

Első megállapításom az, hogy ennek a kölcsönhatásnak az egyik fontos mérhető és számszerűsíthető eredménye a **pontosság**⁶³, azaz az **R_m** rendszer képessége arra, hogy az előre meghatározott célobjektumba a *károsító energiát* az elfogadható valószínűséggel⁶⁴ mindenképpen eljuttassa.

⁶² Feleslegesnek tartom bizonyítani, hogy **csak önmagában** sem a mesterlövész, sem a mesterlövész fegyver, sem a speciális lövedék nem képezheti komoly **komplex vizsgálat** tárgyát a célobjektum harc képtelenné tételének vizsgálatakor.

⁶³ A pontosságot részletesen a **4.1 pontban** elemzem.

⁶⁴ A vizsgált rendszer szempontjából a *pontosság* az egyik legkényesebb kérdés. Vitathatatlan, hogy az abszolút pontosság (minden lövés talál) mesterlövész feladatoknál követelmény lenne – ebben az esetben a találati valószínűség (a találatok és a lövések aránya %-ban) 100%. Ugyanakkor ez az érték a valószínűségi törvények alapján a *konvergencia felső korlátja*, tehát el nem érhető (vagy lazábban kell értelmezni a találat fogalmát). 99.99%-os találati valószínűségnél viszont már legalább két lövés kell egy biztos találathoz. De Allah kegyelmes....

Második megállapításom szerint hasonlóan befolyásolja az R_m rendszer elemeinek egymásra hatása a *lövedéknek* azt a tulajdonságát, hogy milyen mértékben képes a *lövés*kor kapott károsító energiameennyiséget a célnak átadni (milyen mértékben csökken a károsító energia a *röppályán*, illetve milyen minőségű a *károsító energia* átadása a célnak). Mivel ezek az értékek szintén számszerűsíthetők, hatásadatoknak (hatásosságnak) nevezem őket. Tehát a másik fontos eredmény a **hatásosság**.

Harmadik megállapításom, hogy e képességeket (pontosság, hatásosság) az R_m rendszer környezete a normálistól eltérő⁶⁵ viszonyok kialakulásának arányában befolyásolja, azaz egy ideálisnak tekintett (elméletileg meghatározott) *lövésfolyamat* hatásfokát a valóságban a rendszer elemeinek egymásra hatása és a környezeti tényezők egyaránt csökkentik, sokszor drámai mértékben⁶⁶.

Negyedszerre megállapítottam, hogy az R_m rendszer mindenkor egy adott háromdimenziós és az idő által is meghatározott térben működik, tehát nem tudja magát függetleníteni azoktól a hatásoktól, amelyek a tér jellemzőiből őt befolyásolják. Ebből értekezésem szempontjából a legfontosabb az a *közeg*, amely ezt a teret betölti (függetlenül, hogy azonos halmazállapotú – egynemű – közeg, vagy több eltérő halmazállapotú közegből áll).

A közeg hatásainak elemzése során megállapítottam még, hogy az R_m rendszer *pontosságára* és részben a *hatásosságára* leginkább az a (szerencsés esetben egynemű⁶⁷) közeg aktuális állapota⁶⁸ hat, amelyben a lövedék röppályája végighalad, de kismértékben befolyásolhatja pl. az a közeg is, *amelyen* a lövész elhelyezkedik (megtámasztja magát). Ugyancsak befolyásoló tényező az a közeg, amely a célt közvetlenül körülveszi, mert ez viszont a rendszer hatásadatait befolyásolja. Mindezeket együttesen - *külső tényezőként* - az egyes folyamatok részletezésénél fogom figyelembe venni.

4.1 A pontosság

A pontosság az a képesség, amely számszerűsíthetően megmutatja, hogy egy lövés találati pontja (T_p = ahová a lövedék ténylegesen becsapódik), mennyire képes megközelíteni a célzási pontot (C_p = ahová a lövedék becsapódását a lövész szánta).

A meghatározásból következik, hogy ez a képesség függ egyrészt attól, hogy a lövész milyen mértékben képes az R_m részrendszerrel ténylegesen megcélozni az általa eltalálni szándékozott C_p -t és képes-e a rendszert olyan térbeli helyzetben rögzíteni, hogy az onnan el ne mozdulhasson, ameddig a lövedék el nem hagyja az átmeneti ballisztika zónáját. Másrészt

⁶⁵ Normál állapotnak tekintem azt a környezeti értékhalmozatot (pl.: légnyomás, -sűrűség -hőmérséklet, -mozgás, stb.) amelyben a rendszer (az előre tervezett paramétereknek megfelelően) a kívánt pontosságot eléri.

⁶⁶ Könnyen belátható, hogy egy adott és műszaki paramétereivel jól jellemezhető lövedék nem azonos hatásadatokat fog szolgáltatni két különböző műszaki paraméterekkel rendelkező fegyverből. Szintén jelentős eredmény eltéréseket lehet tapasztalni, ha két különböző adottságokkal bíró lövész kezeli ugyanazt a fegyvert. Egy adott lövész ugyanazzal a fegyverrel és lövedékkel teljesen más eredményeket ér el pl. szélcsendben, vagy orkán erejű szélben, vagy például rossz látási viszonyok között, stb.

⁶⁷ Általában a közeg egynemű (pl.: levegő), de bonyolult terepviszonyok között a löllás és a cél között természetes terepelemek és időjárási jelenségek változatos kombinációi is előfordulhatnak. Ilyen feltételek mellett az α típusú lövedék esetén (ha a fő közeg a levegő), a röppályát a növényzet lombja, vékonyabb ágak megváltoztathatják.

⁶⁸ A háromdimenziós tér egy adott pontján az adott időben mérhető közegállapot jellemzők. Nyílt terepen, nagy lőtávolságok mellett a legritkábban azonosak ezek a jellemzők a röppálya teljes szakaszán. Legjellemzőbb zavaró tényezők légköri közegben a szélmozgások, a meleg levegő feláramlásából származó mozgás és optikai törésmutató változás (már a célzást is nagyon zavarja), a hirtelen lecsapó zápor, zivatar.

függ attól, hogy az R_{fm} részrendszer milyen mértékben képes – saját műszaki lehetőségeinek alapján és a környezeti hatások ellenére – a lövész akaratának eleget tenni⁶⁹.

Egy lövés találatának pontossága (a találati pontosság) azzal jellemezhető, hogy a találat a térben, a célobjektumon megcélzott ponthoz (célpont) képest, hol helyezkedik el. A pontosság tehát egy lövés (vagy lövéscsoport) olyan tulajdonsága, amely számszerűen leírja a lövések találatának és a célobjektumnak (annak felületén a megcélzott pontnak) egymáshoz képesti térbeli helyzetét.

Egy találat esetén a pontosság a találati pont (tp) derékszögű koordináta rendszerben mért $[tp_x; tp_y]$ koordináták előjelhelyes⁷⁰ számszerű méretével⁷¹, vagy az eltérés vektorának nagyságával és irányával adható meg⁷².

Több találat értékelésekor a pontosság számszerűen két mutatóval jellemezhető:

- a) A találatok eredőjeként (a találatok x–y koordinátáinak matematikai átlagából) számított⁷³ elméleti találati középpont (tkp) előjelhelyes $[tkp_x; tkp_y]$ koordinátájú eltérésének számszerű értékével;
- b) a találatok által lefedett terület (a szóróterület) számszerű méretével.

A találati kép (szórás kép) elemzéséhez rögzíteni kell még a következő, itt alkalmazandó alapelveket is:

- a találatokat a célobjektumra legjobban ráilleszthető *síkfelületen*⁷⁴ kell értékelni;
- a találatok síkbeli helyzetét mindig a találat lenyomati körének⁷⁵ (a „kaliberes” kör) középpontja jellemzi. Egy adott találat találati pontjának (tp_i) eltérése a célzási ponttól (Cp) a $[tp_{xi}; tp_{yi}]$ koordinátákkal adható meg;
- mesterlövész eszközrendszer szórásának⁷⁶ értékelésére csak az a szórás-jellemző használható, mely olyan számszerű értéket ad, amely alapján az összes találat által lefedett felület méretére megadott érték azonnal értelmezhető⁷⁷. Ezek:

⁶⁹ Ezt a kérdést a kölcsönhatások pontban részletesen elemzem.

⁷⁰ pl.: [-3;2], vagy [2;5], stb.

⁷¹ Értelmszerűen és az egyszerűség kedvéért a Cp koordinátái a derékszögű koordináta rendszerben [0;0], mert ekkor az eltérés mértéke azonos a tp [x–y] koordinátáinak méretével.

⁷² Főleg gyors célzashelyesbítésre használják a szögeltérés óralap szerinti (pl.: 8 cm), illetve a hossz mértéknek a vonásmértékben való megadását (pl.: 9 óra irányában 1 vonás) is – arra alkalmas célzó távcső szálereszt-jelek esetén –, de ez a módszer csak találatokat figyelő külső segítő alkalmazásával és éles harc helyzetben működik.

⁷³ a $tkp_x = \frac{\sum_{i=1}^n tp_{xi}}{n}$ és a $tkp_y = \frac{\sum_{i=1}^n tp_{yi}}{n}$, ahol $[tp_{xi}; tp_{yi}]$ az adott találat x–y koordinátájának mérete [mm]-ben, n a találatok száma és i egy adott találat sorszáma.

⁷⁴ általában a lövedék becsapódáskori sebességvektorára merőleges síkban, vagy az általánosan elfogadott módon, a célobjektumot érintő *függőleges* síkban.

⁷⁵ A találat lenyomata a célon általában a lövedék keresztmetszeti körével azonos méretű kör, vagy annál valamivel nagyobb (kivétel az űrméret alatti lövedék, vagy egy űrméret alatti lövedék-mag, ahol kisebb is lehet).

⁷⁶ A statisztikai szórás kiszámítására a következő képletet célszerű alkalmazni:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}} \quad \text{és} \quad s_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2}{n-1}}, \quad \text{ahol } \bar{x} = tkp_x \text{ és } \bar{y} = tkp_y, n = \text{a találatok száma.}$$

⁷⁷ ezért nem használhatók a **közepes szórás** ($SzK-Mk = 0.6745s_x; 0.6745s_y$), vagy a **szórás belső sávja** ($1.032s_x; 1.032s_y$), illetve a **találatok jobbik felét befoglaló kör sugara** (R_{50}) szórásjellemzők, mert nem vonatkoznak a teljes lefedett területre!

- a szórás teljes területét jellemző szélességi és magassági maximális eltérés (és az abból számított szórásterület);
 - az összes találatot befoglaló kör átmérője (D_{100})
 - és az áttételesen értelmezhető, de viszonylag könnyen⁷⁸ átszámítható, az összes találat által lefedett körfelületre állítható és a céltávolsággal egyenlő magasságú kúp kúpszögét szögpercben megadó MOA⁷⁹;
- a MOA fogalmából következik, hogy szoros összefüggésben van a D_{100} szórásjellemzővel, míg semmiféle összefüggés nem állítható fel sem a MOA, sem a D_{100} és a szórástéglalap mérete és formája között. Emiatt elemzésemben a két előbbi szórásjellemzővel foglalkozom a továbbiakban részletesen;
- a találatok által lefedett felület jellemzésére egyszerűen kezelhető síkidomokat kell használni (kört, vagy téglalapot);
 - téglalap esetén a szórásterület méretét a téglalap szélességének és a magasságának szorzata adja ($sz \times m$) formátumban, ahol a szélesség értékét a vízszintesen legtávolabb eső két találat távolsága, magassági értékét a legmagasabbra és a legalacsonyabbra eső találatok magasságkülönbsége adja ki;
 - az összes találatot befoglaló kör a találati középpont (T_{kp}) köré húzott olyan kör, amely átmegy a T_{kp} -tól vektoriálisan a legtávolabbi találat (tp) középpontján. Ennek a körnek az átmérője (D_{100}) a mértékadó méret. A D_{100} az a méret, amely azonnal összefüggésbe hozható a célobjektum támadható felületével. Ha ismerem a Rendszer D_{100} szórását az adott lőtávolságon, illetve ismerem ott a célobjektum támadható magasság (c_m) és szélesség (c_{sz}) méreteit, akkor belátható, hogy az adott objektum csak akkor támadható eredményesen, ha:

$$\boxed{D_{100} \leq c_{sz} \text{ és } D_{100} \leq c_m}^{80} \quad [1]$$

Mind a szóráskör, mind a szórástéglalap alkalmazása biztosítja, hogy ne legyen e síkidomokon kívül találat, mert a tényleges szórásfelület mérete nem lehet sohasem nagyobb ezeknek az idomoknak a felületénél⁸¹.

4.1.1 A találat

Ahhoz, hogy a térnek a lőtávolságban⁸² elhelyezkedő síkján (ez a becsapódás síkja) fekvő célobjektum-felületen egyáltalán látható találatot lehessen elérni, a pontosságnak olyan

⁷⁸ szögfüggvényeket tartalmazó zsebszámológéppel, vagy függvénytáblázattal

⁷⁹ Minutes of Angel; kiszámítása a D_{100} értékéből a következő képlettel lehetséges: $MOA = 2 \times 60 \times \arctg\left(\frac{D_{100}}{L \times 10^5}\right)$ ahol $L =$

a céltávolság hektométerben, a D_{100} mm-ben adandó meg.

⁸⁰ természetesen azt az értéket kell figyelembe venni a kettő közül, amelyik a kisebb

⁸¹ pl. három találat esetén a szórásfelület háromszög-síkidomhoz hasonló (a találati lenyomat körével lekerekített csúcsokkal), ami minden esetben kisebb területű, mint az azt befoglaló téglalap, stb.

⁸² A lőtávolság és a céltávolság számértékekre azonosan egyenlő méret, csak az különbözteti meg őket egymástól, hogy minek a szemszögéből nézzük (a lövész-cél szemszögéből céltávolság; az R_f részrendszer szemszögéből lőtávolság)

értékűnek kell lennie, hogy akármelyik találat lövedékének a kerülete biztosan érintse **k í v ü l r ő l** a célobjektum területét. Ez az „*érintő találat is találat*” elve⁸³.

Annak a követelménynek a teljesítése érdekében, hogy a lövedék a károsító energiáját a célobjektumnak a lehető legnagyobb mértékben átadhassa az a feltétele, hogy a lövedék teljes keresztmetszetében áthaladjon a célobjektum felületén, azaz a lövedék kerülete *legalább* biztosan érintse **b e l ü l r ő l** a célobjektum területét. Ez a „*biztos találat*” elve.

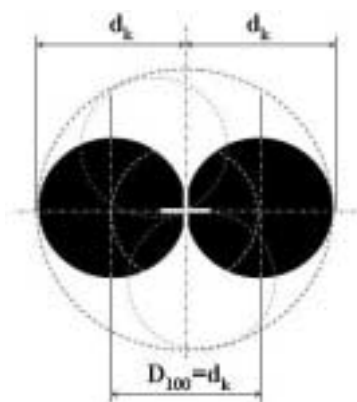
Ahhoz, hogy egy találat biztosan kikapcsolja a további harcból a célobjektumot, azt ott kell eltalálni, ahol a találat során az ehhez szükséges károsító energia biztosan át is adható. A mesterlövész gyakorlat legtöbb esetében ez a felület lényegesen kisebb a célobjektumnak a becsapódási síkba eső felületénél. Emiatt, mind az érintő, mind a biztos találatnak e felület területét kell érintenie. Azonos formai kialakítású lövedék esetében a károsítás mértéke a becsapódási energia nagyságán kívül a kalibertől is függ, mert a lőcsatorna⁸⁴ környéki szövetek károsodása mindkét jellemző függvénye. Emiatt egy nagyobb kaliberű lövedék érintő találata okozhat olyan károsodást is, mint a lényegesen kisebb kaliberű biztos találata.

Annak eldöntéséhez, hogy mit kell tekinteni egy lövedék kerületének, a következő gondolatmenet ad útmutatást. A lövedék *biztosan* legnagyobb átmérőjének, a lövedék külső gyártási átmérőjének a gyártási tűrés maximális értékével növelt méretét kell tekinteni. Az így meghatározott kerület-kör által lefedett területet azonban a kilőtt lövedék nem teljes mértékben tölti ki, mert a huzagolás oromzatai a lövedék felületén maradó benyomódásokat okoznak. Emiatt célszerűbb a kaliber átmérőjéből számolt kerület körét figyelembe venni, mert ebben az esetben e körön belül mindig van lövedékanyag, tehát mindig biztosítható a cél érintkezése a lövedék anyagával. Az egyszerűség érdekében a kaliberből származó körfelületet a továbbiakban **kaliberes körnek** fogom nevezni és átmérőjét d_k -val fogom jelölni.

4.1.1.1. Az érintő és a biztos találathoz szükséges minimális pontosság meghatározása

4.1.1.1.1 Pontszerű célra⁸⁵:

A pontszerű cél eltalálása igényli a legnagyobb pontosságot, mert a pontot minden találat kaliberes körének érintenie kell, tehát a biztos találat akkor jön létre, ha minden találat kaliberes köre átmegy az adott egy ponton (4. ábra).



4. ábra: a biztos találat feltétele pontszerű célra

⁸³ löversenyeken az érintett köregységre vonatkoztatott érvényes (értékelhető) találatnak számít

⁸⁴ az az alagút, amelyet a lövedék a célobjektumba a fű

⁸⁵ mivel a geometria tanításai szerint a pontnak nincs kiterjedése, ezért objektumként nem célszerű megnevezni.

Az ábrán érzékelhető, hogy – a biztos találatra megadott feltétel miatt – a célponttól legtávolabb eső találat kaliberes körének távolsága sem lehet nagyobb a célponttól, mint a saját sugara. Eszerint a pontosságot leíró két szórásjellemző (a D_{100} és a MOA) számszerű értéke a lövedék kaliberének függvénye. Így

$$D_{100} = d_k \text{ [mm]} \quad [2]$$

$$\text{MoA} = 2 \times 60 \times \arctg \left(\frac{\frac{d_k}{2}}{L \times 10^5} \right) \quad [3]$$

ebből:

a D_{100} értéke (a lőtávolságtól függetlenül)	7.62mm-es kaliberben:	7.62 mm
	12.7 mm-es kaliberben ⁸⁶ :	12.7 mm
MOA (pl: 100 m lőtávolságon)	7.62 mm-es kaliberben:	0.26
	12.7 mm-es kaliberben:	0.44

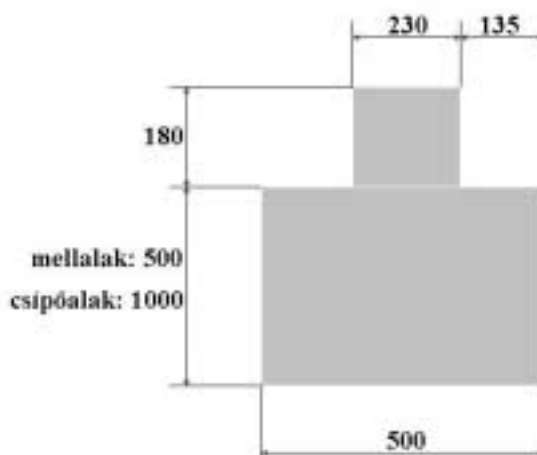
Ezeket az értékeket kell tekinteni a mesterlövész pontosság minimális követelményének, azaz az abszolút biztos találat kritériumainak az adott kaliberben.

A pontszerű célra az érintő és biztos találat megkülönböztetésének nincs értelme.

4.1.1.1.2 Térbeli kiterjedésű célra⁸⁷

Az ilyen jellegű célokat a mesterlövész lőfeladataihoz⁸⁸ rendelt célalakok reprezentálják. Ilyenek a csípőalak/mellalak (2. ábra) és a fejalak (3. ábra) céltáblák. Ezek mérete és formája országonként változhat⁸⁹, én itt az MH-ban rendszeresített célalakok méreteivel fogom a céltáblákat jellemezni.

4.1.1.1.2.1 Csípőalak/mellalak céltáblára



5. ábra: csípő- és mellalak méretű céltábla jellegzetes méretei

⁸⁶ A hagyományos mesterlövész puskák kalibere általában 7.62 mm (7.62x51 NATO, vagy 7.62x54R 39M töltényekre). A nagykaliberű-mesterlövész eszközrendszerénél a 12.7 mm-es kalibert fogom figyelembe venni.

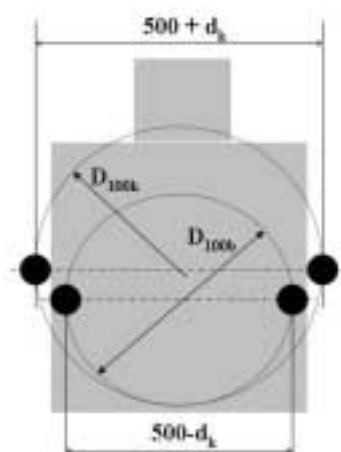
⁸⁷ amit a becsapódási síkban síkidommal lehet helyettesíteni

⁸⁸ pl: a Löv/2 szabályzat szerinti célalakok

⁸⁹ de nem ez a jellemző, hanem az, hogy közel azonosak

Tekintettel arra, hogy a MOA és a D_{100} körszimmetrikus szórást feltételez, ezért a következő előzetes megkötések tehetők (a 6. ábra jelölései alapján):

- mind a mell, mind a csípőalak felülete nagyobb, mint a ráhelyezhető teljes-szórás körök felülete;
- nagyobb lőtávolságokon, ahol a szóráskör szórásellipszissé torzul – a távolsági hiba miatt –, az eredeti pontosság még mindig elegendő lehet.



6. ábra: csípő- és mellalak céltábla érintő és biztos találataihoz tartozó D_{100} értékei

4.1.1.1.2.1.1 Az érintő találatra

A találatokat befoglaló érintő kör átmérője:

$$D_{100} = 500 + d_k$$

$$MOA = 2 \times 60 \times \arctg \left(\frac{500 + d_k}{L \times 10^5} \right)$$

7.62 mm-es kaliberre és pl.: 600 m lőtávolságra a behelyettesítések és az egyszerűsítések után:

$$MOA = 120 \times \arctg \left(\frac{253.81}{6 \times 10^5} \right) = 2.91$$

12.7 mm-es kaliberre és pl.: 1200 m lőtávolságra a behelyettesítések és az egyszerűsítések után:

$$MOA = 120 \times \arctg \left(\frac{256.35}{12 \times 10^5} \right) = 1.47$$

4.1.1.1.2.1.2 A biztos találatra

A találatokat befoglaló érintő kör átmérője:

$$D_{100} = 500 - d_k$$

$$MOA = 2 \times 60 \times \arctg \left(\frac{500 - d_k}{L \times 10^5} \right)$$

7.62 mm-es kaliberre és ugyanarra a 600 m lőtávolságra a behelyettesítések és az egyszerűsítések után:

$$MOA = 120 \times \arctg \left(\frac{246.19}{6 \times 10^5} \right) = 2.82$$

12.7 mm-es kaliberre és ugyanarra az 1200 m lőtávolságra a behelyettesítések és az egyszerűsítések után:

$$MOA = 120 \times \arctg \left(\frac{243.65}{12 \times 10^5} \right) = 1.4^{90}$$

Álló és csípőalak méretű célra az érintő, vagy a biztos találat képletét összevonva kapjuk:

$$D_{100} = 500 \pm d_k \quad [4]$$

$$MOA = 2 \times 60 \times \arctg \left(\frac{500 \pm d_k}{L \times 10^5} \right) \quad [5]$$

Ahol – értelemszerűen – az érintő találatához a d_k -t pozitív, biztoshoz a d_k -t negatív előjellel kell figyelembe venni.

4.1.1.1.2.2 Fejtalak méretű célra

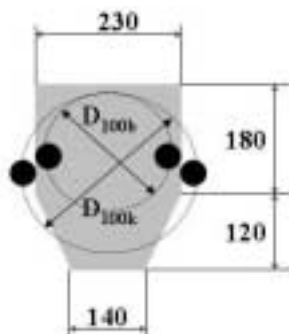
A céltábla jellemző méreteit és az érintő, illetve a biztos találatokhoz tartozó teljes szórás D_{100} köreinek elhelyezkedését (7. ábra) tanulmányozva megállapítható, hogy a

⁹⁰A „halálosan” biztos találatnak egy speciális esete volt az a világhíressé vált afganisztáni „pontlövés”, ahol 2400 m távolságból sikerült egy *mozgó* emberalakot eltalálni hasonló méretkövetelmények mellett, ami azt jelenti, hogy

$$MOA = 2 \times 60 \times \arctg \left(\frac{243.65}{24 \times 10^5} \right) = 0.7$$

Ami nem nagyobb, mint a 12.7 mm-es kaliberben az abszolút biztos találathoz meghatározott 0.44 érték kétszerese! Ha még hozzávesszük, hogy a cél mozgott, hihetetlen micsoda előkészületeket kellett a találat érdekében megtenni (pl. két hétig folyamatosan figyelni a légköri változásokat, több próbálövést leadni, stb.). Szó sem lehetett *kapáslövésről*!

szimmetrikus szórás itt is kisebb felületet ad, mint a céltábla teljes felülete, de az ellipszis jellegű szórás sokkal kisebb lehetőséget ad, mint az előző célalakoknál.



7. ábra: a fejalak céltábla érintő és biztos találataihoz tartozó R_{100} értékei

4.1.1.1.2.2.1 az érintő találatra

A találatokat befoglaló érintő kör átmérője:

$$D_{100k} = 230 + d_k \text{ [mm]}$$

7.62 mm-es kaliberre és a kaliber fejalak méretű célra maximális képességének tekinthető 600 m lőtávolságra a behelyettesítések és az egyszerűsítések után:

$$MOA = 120 \times \arctg\left(\frac{118.81}{6 \times 10^5}\right) = 1.36$$

12.7 mm-es kaliberre és az előbbi 1200 m lőtávolságra a behelyettesítések és az egyszerűsítések után:

$$MOA = 120 \times \arctg\left(\frac{121.35}{12 \times 10^5}\right) = 0.7$$

amely pontosság már olyan előkészületeket kívánna, mint amiket az afganisztáni példában felsoroltam.

4.1.1.1.2.2.2 A biztos találatra

A találatokat befoglaló érintő kör átmérője:

$$D_{100k} = 230 - d_k \text{ [mm]}$$

7.62 mm-es kaliberre, ugyanarra a lőtávolságra:

$$MOA = 120 \times \arctg\left(\frac{111.19}{6 \times 10^5}\right) = 1.27$$

12.7 mm-es kaliberre és 1200 m lőtávolságra:

$$\text{MOA} = 120 \times \arctg\left(\frac{108.65}{12 \times 10^5}\right) = 0.63$$

ami kisebb szórást követel meg, mint az elhíresült afganisztáni lövése volt.

Fejalak méretű célra az érintő, vagy a biztos találat képletét összevonva kapjuk:

$$D_{100} = 230 \pm d_k \quad [6]$$

$$\text{MOA} = 2 \times 60 \times \arctg\left(\frac{\frac{230 \pm d_k}{2}}{L \times 10^5}\right) \quad [7]$$

Ahol – értelemszerűen – az érintő, vagy biztos találat követelményeként a d_k -t az [5] és [6] képletekhez fűzött megjegyzést kell figyelembe venni.

A célalak jellegétől függetlenül, csak a cél kisebbik méretét (vagy a magasságát, vagy a szélességét) véve figyelembe az érintő, az [4], [6] és [5], [7] képletek alapján kapjuk, hogy:

$$D_{100} = H_{\text{cél}} \pm d_k \quad [6]$$

$$\text{MOA} = 2 \times 60 \times \arctg\left(\frac{\frac{H_{\text{cél}} \pm d_k}{2}}{L \times 10^5}\right) \quad [7]$$

ahol $H_{\text{cél}}$ a célobjektum legkisebb támadható méretével azonos (mm-ben megadva).

A [6]-ot, [7]-et összevetve az [1]-gyel megkapjuk a mesterlövész pontossági követelmény számszerűsíthető (számítható) értékét általánosan megfogalmazva:

$$D_{100} \leq H_{\text{cél}} \pm d_k \quad [8]$$

és

$$\text{MOA} \leq 2 \times 60 \times \arctg\left(\frac{\frac{H_{\text{cél}} \pm d_k}{2}}{L \times 10^5}\right) \quad [9]$$

A [9]-ből kifejezve a céltávolságot:

$$L_{1,2} = \frac{H_{\text{cél}} \pm d_k}{2 \times 10^3 \times \text{tg}\left(\frac{\text{MOA}}{120}\right)} \quad [\text{m}] \quad [10]$$

A [10] a mesterlövész pontosság alapképlete a térben a helyét nem változtató célra – és csak a lőtábla szerinti optimális környezeti feltételek⁹¹ mellett igaz. Meghatározza azt a lőtávolságot, amely határáig a „ $H_{\text{cél}}$ ” mérettel jellemzett célobjektum, a „MOA” értékkel jellemzett pontosság képességű Rendszerrel eredményesen⁹² támadható⁹³.

Amennyiben igaz, hogy $H_{\text{cél}} \gg d_k$, alkalmazható a $H_{\text{cél}} \pm d_k = H_{\text{cél}}$ közelítés is.

Az eddig felsorolt pontossági követelmények csak és kizárólag ideális légköri és környezeti viszonyok között és a teljes lövésfolyamat alatt a tér meghatározott pontjából **e l n e m m o z d u l ó** célobjektum esetében igazak, valamint a teljes R_m eszközrendszer eredő pontosságának a követelményét adják meg. Az R_m részrendszer pontossága nem lehet ennél rosszabb, csak jobb és értelemszerűen ezen belül a *fegyver* és a *lövedék* pontosságának még jobbnak kell lennie. Gazdaságilag ez magyarázza, hogy miért is olyan költséges egy valódi mesterlövész Rendszer.

4.1.2 Mozgó célon elérhető találatok elemzése

A térben a helyzetét az idő valamilyen függvényében változtató célobjektum eltalálásának feltételei abban különböznek az előzőekben leírt pontossági követelményektől, hogy pontosan ismerni kell a célobjektum mozgásvektorának adatait, illetve a lövedék rövidejét⁹⁴ ($t_{\text{röp}}$) a célig.

A célobjektum mozgásvektora akkor jellemezhető x^{95} - y^{96} irányok eredőjének, ha a célobjektum mozgásvektora a célzás és becsapódás időintervallumában (a lövésfolyamat alatt) megközelítőleg ugyanabban a vízszintes síkban fekszik. Ellenkező esetben egy z^{97} koordinátával is számolni kell(ene). A kérdés vizsgálata során érdemes a cél mozgásvektorának irányát és nagyságát konstansnak tekinteni – ezt a viszonylag kis röpidők is lehetővé teszik – mert a változó mozgásmennyiségű célobjektumokra vonatkozó differenciálegyenletek a harcmezőn egy mesterlövész számára – célkövető löelemképző berendezés hiányában – biztosan megoldhatatlanok⁹⁸.

Akkor érhető el *célhelyesbítés nélkül* a találat egy mozgó célon, ha a cél elmozdulása ($s_{\text{cél}}$) a lövésfolyamat alatt nem haladja meg saját szélességi méretének ($sz_{\text{cél}}$) a felét (azaz a cél nem mozdul ki olyan mértékben, hogy találatot már ne lehessen elérni rajta, figyelembe véve a teljes szórás körének méretét is). Azaz, az érintő, és a biztos találatra vonatkozó adatokat ($sz_{\text{cél}} \pm d_k$) is egy képletben megadva (a cél elmozdulása után még támadható felület nem lehet nagyobb, mint a Rendszer szórásával csökkentett célfelület):

⁹¹ pontosan olyan feltételek, amelyek között az adott lőtáblát összeállították, könnyen belátható, hogy ilyen nincs, csak legfeljebb hasonló...

⁹² Az eredmény reményében támadható nagyobb távolságból is, mert a szórás fogalmából következik, hogy a D_{100} körén belül is kell lennie találatnak, de hogy ez hányadik lövésnél következik be? Insallah....

⁹³ Nem szabad azonban azt sem elfelejteni, hogy a lőtávolság alapvetően függ a lövedék torkolati sebességétől, tehát azt is célszerű ismerni (pl.. adott lövésszámonként [legalább minden 1000. lövés után] történő műszeres visszaméréssel, természetesen mindig azonos töltény és töltényminőség mellett)!

⁹⁴ Lőtábla adatokból interpolálható.

⁹⁵ A cél az adott lőtávolságon oldalban jobbra, vagy balra mozdul el

⁹⁶ A cél az adott lőtávolsághoz képest közeledik, vagy távolodik

⁹⁷ adott lőtávolságon, magasságban

⁹⁸ könnyű belátni, hogy egy váratlanul elmozduló célra csak kapáslövés adható le, és vagy bejön vagy sem....

$$s_{\text{cél}} = v_{\text{cél}} \times t_{\text{röp}} \leq \frac{(sz_{\text{cél}} \pm d_k) - D_{100}}{2000} [\text{m}] \quad [11]$$

ebből a célsebesség:

$$v_{\text{cél}} \leq \frac{\frac{(sz_{\text{cél}} \pm d_k) - D_{100}}{2000}}{t_{\text{röpidő}}} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad [12]$$

illetve MOA-ban megadva

$$v_{\text{cél}} \leq \frac{\frac{sz_{\text{cél}} \pm d_k}{2} - L \times \text{tg}\left(\frac{\text{MOA}}{120}\right)}{t_{\text{röpidő}}} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]^{99} \quad [13]$$

ahol és most az L értéke m-ben van megadva.

Amennyiben a R_N eszközrendszer teljes szórása ennél rosszabb, akkor a helyesbítés (előretartás) nélkül eredményesen támadható célsebesség is ennek arányában csökkenni fog.

Végezetül, ha a lövedék *oldalágását* (s_{old})¹⁰⁰ is figyelembe kívánom venni (és pontlövés képesség igényénél nem is tehetek mást, akkor a felírt képletek a következőképp módosulnak:

$$v_{\text{cél}} \leq \frac{\frac{(sz_{\text{cél}} \pm d_k) - D_{100}}{2000} \pm s_{\text{old}}}{t_{\text{röpidő}}} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad [14]$$

Ahol az s_{old} értéke mm-ben van megadva és

$$v_{\text{cél}} \leq \frac{\frac{sz_{\text{cél}} \pm d_k}{2} - L \times \text{tg}\left(\frac{\text{MoA}}{120}\right) \pm s_{\text{old}}}{t_{\text{röpidő}}} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad [15]$$

ahol az L mértékegysége ismét méter

⁹⁹ például: csípő/futóalak méretű célobjektum maximális pontosan keresztirányú sebessége nem lehet több – például: ha egy 100 m-en pontszerű célon biztos találtara képes *pontosságú* R_N eszközrendszer „érintő találat az első lövésre” reményében támad, a cél közepére célozva – mint (minden adat méterben megadva):

$$v_{\text{cél}} \leq \frac{\frac{0.5 + 0.0127}{2} - 600 \times \text{tg}\left(\frac{0.44}{120}\right)}{0.86} = \frac{0.218}{0.86} = 0.25 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \text{ vagy } = 4.2 \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right]$$

ami nem magasabb, mint a gyaloglás átlagos sebessége. Ennél gyorsabban mozgó célt csak célhelyesbítéssel (vagy folyamatos előretartással) lehet eltálni.

¹⁰⁰ A 12.7 mm-es lövedékek a lőtávolságtól függő mértékben, lőirány szerint jobbra térnek le az elméleti röppályáról.

Ahol a „+ s_{old}” értéket a cél balról jobbra történő¹⁰¹ a „-s_{old}” értéket a jobbról balra¹⁰² mozgása esetén kell figyelembe venni¹⁰³.

A számítások azt is bizonyítják, hogy elengedhetetlen az **R_N** részrendszer „találat első lövésre” képessége, mert főleg magasabb lőtávolságokon a következő lövés elől – legyen az bármilyen gyors az ismétlés – a cél viszonylag alacsony sebességgel is biztosan ki tud térni.

A mozgó cél eltalálási képesség az **R_N** részrendszer olyan képessége, amelyet – elektronikus löelemképző hiányában – csak a rendszer humán faktorának (a *lövésznek*) a folyamatos szinten tartó képzésével lehet biztosítani¹⁰⁴.

A pontosság elemzését ezzel befejeztem.

Annak eldöntése érdekében, hogy milyen módon írható le a kölcsönhatás rendszere az **R_m** eszközrendszerben, milyen bemeneti impulzusokra, milyen válaszokat szolgáltathat az eszközrendszer, meghatároztam az eszközrendszer egyes elemeinek a jellemzőit, amelyek a következők:

- a *fegyver* és a *lövedék* nagyon szoros egymásra hatásban **R_{fm}** alrendszert képez;
- a *lövész* csak a *fegyveren* keresztül képes hatni a *lövedékre*, tehát a befolyás nem közvetlenül ható (indirekt), azaz eredeti hatását az adott *fegyver* jellemzői bizonyos mértékben módosítják¹⁰⁵;
- a *lövedék* csak a *fegyveren* keresztül hat a *lövésre*¹⁰⁶ és a *fegyver* jellemzőinek (az előbbi bekezdés szerintivel nem teljesen azonos) mértékben¹⁰⁷;
- a lövész akaratlagosan hat az **R_{fm}** fegyver-lövedék alrendszerre, tehát tudatosan befolyásolja a lövedék röppályáját (a fegyver irányításán

¹⁰¹ látszólag megnöveli a cél méretét

¹⁰² látszólag csökkenti a cél méretét

¹⁰³ Az előző példa szerinti esetben a s_{old(600m)} = 4 cm, tehát a számítás a következőképp módosul:

$$v_{\text{céljobbra}} \leq \frac{\frac{0.5 + 0.0127}{2} - 600 \times \operatorname{tg}\left(\frac{0.44}{120}\right) + 0.04}{0.86} = \frac{0.258}{0.86} = 0.3 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \text{ vagy } 5 \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right] \text{ és}$$

$$v_{\text{célbalra}} \leq \frac{\frac{0.5 + 0.0127}{2} - 600 \times \operatorname{tg}\left(\frac{0.44}{120}\right) - 0.04}{0.86} = \frac{0.178}{0.86} = 0.207 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \text{ vagy } 3.5 \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \right]$$

amely értékek ezen a lőtávolságon már 17%-os eltérést jelentenek.

¹⁰⁴ Nagyon profi mesterlövészek kis kockás füzetekben hordják magukkal a minden elképzelhető szituációra kidolgozott lőtábláikat, a nagyon tehetősök viszont erre a célra orientált zsebszámítógépet alkalmaznak

¹⁰⁵ Egy adott (és a vizsgálat idején nem változó) lökészséggel rendelkező harcos ugyanazzal a műszaki paraméterekkel leírható lövedéket azonos kaliberű töltényt tüzelő két azonos típusú fegyverből sem teljesen azonos pontossággal képes célba juttatni.

¹⁰⁶ Azt a sajnos igen sűrűn előforduló esetet, amikor az egyén szándékosan, vagy véletlenül önmagába lő, nem kívánom itt számításba venni, főleg azért nem, mert egy *valódi* mesterlövésznel ez elképzelhetetlen.

¹⁰⁷ Egy adott műszaki paraméterekkel leírható lövedék (pl. 12.7x107 mm-es B32) kezdősebessége hasonló gyártási technológiával készített, azonos hosszúságú fegyvercsőből kilőve néhány százalékos eltéréssel azonos, tehát a torkolati energiája is közel azonos lesz. Annak mértéke azonban, hogy az ebből a torkolati energiából a harcos vállára mekkora terhelés hat, a fegyver tömegének és műszaki/ergonómiai kialakításának a függvénye.

keresztül), míg az alrendszer erre műszaki lehetőségeinek megfelelő válaszokat ad¹⁰⁸;

- az R_{fm} alrendszer visszahat a lövésre, ennek mértéke részben a lövés tevékenységétől is függ¹⁰⁹.

A felsoroltak alapján vitathatatlan, hogy az adott R_m eszközrendszerben a lövést kellene független változóként tekinteni, de ez nem teljesen igaz, mert az R_{fm} fegyver-lövedék alrendszer olyan mértékű visszacsatolást képez, hogy az adott esetben döntő mértékű befolyást gyakorol¹¹⁰. Véleményem szerint az R_m eszközrendszerben – fontosságát megtartva – az *emberi tényező* a leginstabilabb elem, bár a fegyver-lövedék alrendszer is szolgálhat alkalmanként meglepetésekkel.

Az R_m eszközrendszer (a továbbiakban egyszerűen csak **Rendszer**) működési vizsgálatát a rendszer funkcióanalízisével folytatom. Az analízis alapja annak vizsgálata, hogy milyen feladatokat (funkciókat) kell ellátnia a rendszernek. Az elemzés során a következő (4.1, 4.2) pontokban felsorolt tényeket állapítottam meg a rendszer funkcióit illetően, azokat fő és mellékfunkciókra osztva, a mesterlövész feladat szemszögéből.

4.2 A Rendszer funkciói

4.2.1 Fő funkció: elhatározás alapján a háromdimenziós tér meghatározott pontjába, meghatározott időben, olyan mértékű károsító energiát transzportál, hogy az abban a térpontban tartózkodó kiválasztott célobjektumot **biztosan** harcképtelenné tegye, vagy rombolja.

A fő funkció szerinti képesség tehát az ellenség célobjektumának harcból kivonását biztosítja. Nem zárható ki azonban olyan *tűzharc*, ahol egynél több személy harcképtelenné tétele nem csak kívánatos, hanem egyenesen követelmény. Ennek a követelménynek a kielégítését kiegészítő funkciók ellátásával lehet biztosítani. Könnyen belátható, hogy a **Rendszer** szempontjából a fő funkció maradéktalan ellátása egyben túlélőképességet is biztosít. A valóságos tűzharc dinamikája viszont sok esetben oda vezet, hogy a harcoló két csoport harcképességüket megőrző tagjai olyan mértékben megközelítik egymást, amikor a tűzharc fizikailag válik lehetetlenné, és a szoros test-test elleni küzdelem percei következnek¹¹¹. A **Rendszernek** ilyenkor is rendelkeznie kell bizonyos mértékű további túlélő képességgel (csak a lövészhöz tartozó kiegészítő, a fegyver-lövedék részrendszerrel független elemeket [konkrétan pl.: kézigránát] nem veszem figyelembe, itt elemezni nem kívánom). Megítélésem szerint a **Rendszer** kiegészítő funkcióinak meghatározásakor ezeket a harci szituációkat is figyelembe kell venni.

4.2.2 Kiegészítő funkciók:

- a fő funkció szerinti képesség kötött számú¹¹² reprodukálása;

¹⁰⁸ A szakma nagy öregjei szerint ez nem teljesen igaz, mert a fegyvernek is van lelke, tehát szabad akarattal is rendelkezik. Néha magam is így tapasztaltam.

¹⁰⁹ Általában az alrendszer a harcos minden hibáját valamilyen mértékben felerősíti (főleg az ergonómiai kialakítás függvényében).

¹¹⁰ Aki ezt vitatná, annak javasolom, próbáljon célba löni egy IMI 0.50 AE „Sivatagi roham” öntöltő pisztollyal, vagy egy Harris M95 0.50 hadipuskával (főleg első alkalommal).

¹¹¹ a klasszikus, a védelem elleni roham mindig ide vezet, kivéve a megfutamodás, illetve a rugalmas elszakadás eseteit de itt is csak általánosan, mert egyes párok, vagy csoportok között ekkor is kialakulhat.

¹¹² a rendszer rendelkezésére álló lövedék mennyiség (amely a tölténybe van beszerelve). Az α típusú lövedékű töltények esetében azok egy N darabszámú részét a fegyverben (nevezzük ezt az esetet betárazott fegyvernek), a további $n \times N$ részét pedig a harcos tárolja. (kézifegyverek esetében tárnak nevezett tartókban). Ezt a teljes mennyiséget nevezzük el a fegyver egy javadalmazásának. Esetenként a harcos ezen felül is vihet ömlesztve töltényt.

- más energiafajták alkalmazása általában önvédelmi célra (pl.: a szoros közelharcban az emberi izomerő, mint energiaforrás és a fegyver és kiegészítői, mint eszköz).

Ebben a felosztásban a két kiegészítő funkció egyes elemei esetleg keveredhetnek, de ez természetesnek tekinthető.

4.3 A Rendszer elemeinek funkciói

A Rendszer fő funkciójának ellátását a Rendszer elemei befolyásolják. Az egymásra hatások elemzéséhez először az elemek fő és mellékfunkcióit tisztázom az elkövetkezőkben.

4.3.1 A lövész funkciói

4.3.1.1 Fő funkciója: alapvetően az arra jogosult személy parancsára, vagy saját akaratából, vagy kényszerítő körülmények hatására megindítja a lövésfolyamatot, mely folyamat eredményeképpen megtörténik a károsító energia átadása a kiválasztott célnak.

4.3.1.2 Mellékfunkciói:

- a fegyver hordozása;
- a fegyver kezelése (a szükséges kapcsolások, beállítások elvégzése);
- a fegyver üzemben tartása (karbantartás, javítás).

A mellékfunkciók szoros kapcsolatban vannak a fő funkciókkal és megállapítható, hogy azok ellátásának elhanyagolása jelentősen akadályozhatja a fő funkció ellátását. A fő funkció ellátásának minőségét a *lövész* személyi jellemzői határozzák meg.

A *lövész* megítélésének alapja a teljesítő képessége, azaz olyan tulajdonsága, hogy milyen mértékben képes megfelelni egy előre meghatározott elvárásnak¹¹³. A teljesítő képességet a következő mérhető, vagy érzékelhető tulajdonságok halmaza határozza meg:

- alkalmassága mesterlövésznek¹¹⁴.
- a lövés leadásakor a Rendszerre ható, csak abban a pillanatban lényeges jellemzők közül legmeghatározóbb az *egészségi állapota*, ezen belül a szervi állapota (beteg/egészséges¹¹⁵), mentális állapota (fáradtság, hozzáállás, koncentráció képesség, eltökéltség, fájdalom és lelki nyomás-tűrő képesség, stb.) amely pillanatnyi jellemzők és ezeken keresztül a pillanatnyi állapotok szintén szoros egymásra hatásban határozzák meg a tényleges egészségi állapotot;
- általános, egy hosszabb időintervallumban is állandónak tekinthető, és a fő és mellékfunkciókat befolyásoló jellemzői a *fizikai állapota* (antropometriai jellemzők: testtömeg, magasság, a testi felépítés arányossága; fizikai erőnlét: edzettség, terhelhetőség; stb.), *szellemi képességei* (műveltségi és

¹¹³ Vizsgálatunk tárgyában ez az elvárás a fegyver-lövedék alrendszer tervezésekor a tervezők által a lövésszel szemben felállított és előre meghatározott (humán követelmények) peremfeltételek összessége.

¹¹⁴ Ezt sok katonai vezető vitatja, nekem azonban – saját tapasztalataim alapján is – az a szilárd meggyőződése, hogy a mesterlövész kvalitásnak csak egy szegmensét lehet kialakítani kiképzéssel és fenntartani szinten tartó gyakorlatozással, *mesterlövésznek alapvetően születni kell*;

¹¹⁵ A beteg/egészséges megjelölés egy skála két végállapotát jelöli, a skálán természetesen a két végpont között fokozatmentesen bármiféle állapot előállhat. Ha hinni lehet az orvosoknak, hogy a betegség az egészség hiánya, akkor – mivel ez a hiány minden esetben valamilyen arányosan rontó tényező – a teljesítőképesség a betegségi fok arányában egyre inkább romlik.

intelligencia szint, kreativitás, stb.), *kiképzettsége*¹¹⁶ és annak *szinten tartása*¹¹⁷.

A felsorolt általános és pillanatnyi jellemzők mind összességükben, mind részeikben jórészt bonyolult, többnyire átláthatatlan kapcsolatban vannak egymással és végül is egy pillanatonként változó jellemzőkkel bíró objektumként állítják elénk a *lövészt*, akinek teljesítménye egy adott időpillanatban előre meg nem határozható csak valamilyen közelítéssel feltételezhető, és ez az állapot sem tartható fenn huzamosabb ideig. A lövész eredő teljesítménye adja a lövész aktuális¹¹⁸ pontosságát.

4.3.2 A fegyver funkciói

4.3.2.1 *A fegyver fő funkciója*: megindítja az energia transzportálást a háromdimenziós térnek a *lövész* által meghatározott pontjába (irányba állítja és elindítja a lövedéket), és ezt a funkcióját az elfogadható pontossági határokon¹¹⁹ belül, szélsőséges körülmények között is megbízhatóan¹²⁰ képes ellátni, előre meghatározott mennyiségű ismétlődéssel.

4.3.2.2 *Mellékfunkciói*:

- lehetővé teszi a *lövésznek* a lövésfolyamat meghatározott számú ismétlését;
- lehetővé teszi a *lövésznek* a megbízható célzást;
- biztosítja a *lövésznek*, hogy a lövésfolyamat során ne vétsen olyan lényeges hibát, amely jelentősen befolyásolná a lövés *pontosságát*;
- az elfogadható szintre csökkenti a lövésből a *lövészre* jutó terhelést¹²¹;
- biztosítja a *lövész* számára a *használhatóságot*;
- legalább korlátozottan biztosítja egy más energiatípusú felhasználását is önvédelemre¹²², illetve az alaprendeltetéstől eltérő harctevékenységre¹²³.

A második-negyedik funkció minősége az ergonómiai kialakítás függvénye. Az utolsónak felsorolt mellékfunkció egyes külföldi vélemények szerint elengedhetetlen, tekintettel a **Rendszer** kiegészítő funkcióinál rögzítettekre (például, ha a harc forgatagában a fegyver alapfunkciója hirtelen kevés lenne a támadás elhárítására, vagy ha egyszerre csak elfogyna a lövedék).

A *fegyver* legfőbb jellemzője a **pontosság**. Ez egy elvileg objektív adathalmaz¹²⁴, amely a *lövésztől* függetlenül is mérhető (pl.: megfelelően szerkesztett belövő padból) és átlagos környezeti körülmények között a fegyverre jellemző (műszaki kialakításától függő)

¹¹⁶ A kiképzettség kérdése folyamatos vita tárgya, pl. egy lövészkatonára mikor tekinthető lövészség szempontjából kiképzettnek. Véleményem szerint semmiképp sem akkor, ha teljesítette a Löv/2 szabályzatban foglaltakat, főleg nem egy mesterlövész...

¹¹⁷ A megszerzett tudás szinten tartása, főleg a mechanikus tevékenysége (pl. célzás, célon tartás) nélkülözhetetlen, mesterlövésznel már néhány nap kihagyás is nagymértékű szint-romláshoz vezethet.

¹¹⁸ A felsoroltakból belátható, hogy nem konstans, hanem az adott pillanatban érvényes jellemzőről van szó!

¹¹⁹ a lövésszámmal kötött élettartam követelménye. Általában az a maximális lövésszám ameddig a szórás valamely jellemzője (pl. a D₁₀₀, vagy MOA) nem nő duplájára. Az élettartam ebben a fegyverkategóriában általában 5000 lövés.

¹²⁰ A megbízható működés a fegyver hibájából fellépő lövés-akadályok és a fegyverből addig leadott összes lövés aránya ezrelékben. Általában 5 ‰ feletti érték nem elfogadható.

¹²¹ a hátraható erőt mérsékeli; a keletkező hőenergiát a környező levegőnek adja át (nem a harcos testének); a keletkező mérgező anyagokat távol tartja a harcostól (legalább is, olyan mértékben, hogy nem szűk és zárt térben a fegyvert károsodás nélkül használhassa).

¹²² *Mechanikai energia*: pl.: szoros közelharc esetén rohamkésssel (levehető szuronnal) látható el, illetve szerkezeti szilárdsága alkalmassá teszi ütéseket, csapások leadására és kivédésére egyaránt.

¹²³ pl.: az SzVD puska a szuronyával

¹²⁴ A pontosságot többféle mutatóval is jellemzik, de mindegyikre jellemző, hogy szórás jellegű adat.

állandó számértékekkel leírható. A pontosság a találatok célfelületen való elhelyezkedésével (eloszlásának geometriai formájával: a **szórásképpel**) és ennek (a matematikai statisztika eszközeivel való) feldolgozása nyomán kapott, egymáshoz rendelt adatpárokkal jellemezhető¹²⁵.

A *fegyver* pontosságát természetesen az emberi tényező (a lövész) tudja a legnagyobb mértékben elrontani¹²⁶, azaz a lövész pillanatnyi állapota mindenképp befolyásolja a fegyver pontosságának érvényesülését, de semmiképp nem javíthatja az objektív értékeket, csak ronthatja.

A fegyver pontosságának megítélésénél figyelembe kell venni – tekintettel arra, hogy a **Rendszernek** csak az egyik eleme –, hogy pontosságának jobbnak kell lennie, mint a **Rendszer** eredő pontossága. Ebből következik tehát, hogy ha a **Rendszer** pontossági követelményeit a szórás-jellemzők közül alapvetően a MOA, vagy a D_{100} értéke, valamint a $t_{sx}-t_{sy}$ értékpára határozza meg (az adott lőtávolságon nem haladhatják meg a célobjektum hasonló¹²⁷ értékeit), akkor a fegyver adott szórásértékei csak ennél jobbak lehetnek.

A *fegyver* pontossága¹²⁸ azonban a gyakorlatban csak áttételesen határozható meg, mert ehhez mindenképpen lövedéket kell lőni, többet is, általában előre meghatározott szisztémában¹²⁹. Erre a célra természetesen csakis olyan (etalon minőségű)¹³⁰ lövedékek használhatók, amelyek fizikai jellemzői a lehető legkisebb mértékben térnek el egymástól, tehát minél kisebb mértékben rontják a fegyver (feltételezhető) úgynevezett alapszórását.

4.3.3 A lövedék funkciói

4.3.3.1 *Fő funkciója*: a károsító energiát a fegyvertől a háromdimenziós térben pontosan meghatározott helyre, a tér jól leírható részét magába foglaló célba szállítja, és ott megfelelő hatásokkal¹³¹ átadja annak.

4.3.3.2 Mellékfunkciói:

- felszabadítja a másodlagosan ható károsító energiát (ha ilyennel rendelkezik);
- megmutat(hat)ja a *lövésznek* a célzási pont és a találat közötti eltérést (vagy a rőppálya, vagy a becsapódás helyének, vagy mindkettőnek láthatóvá tételével) a célzás helyesbítés lehetőségének biztosítása érdekében.

Látszólag a *lövedék* a legkevésbé bonyolult elem, ugyanakkor kölcsönhatásban vizsgálva semmiképp sem elhanyagolható hatással van mind az **R_{fm}** részrendszerre, mind a teljes **Rendszerre**. Ennek feltárására elemeztem a következő megfontolásokat:

- a lövedék indításához szükséges energia a lövés impulzusával azonos impulzussal hat a fegyverre¹³² (azon keresztül meg a lövőre). A fegyver

¹²⁵ A legismertebbek: a szórás belső sávja, vagy a találatok jobbik felét befoglaló kör sugara (R_{50}), de mesterlövész eszközrendszer jellemzésére alkalmasabb a MOA, vagy az összes találatot befoglaló kör átmérője (D_{100}), esetleg a teljes szórásterület (az összes találatot lefedő négyszög méretei [t_{sx} és t_{sy}] és területe [T_{x-y}])

¹²⁶ részletesen a 4.6.3 pontban

¹²⁷ a találatokkal lefedhető és a támadható felület hasonlósága

¹²⁸ Egy fegyver találati pontosságát, abban az esetben, ha a **Rendszer** minden eleme ideálisan viselkedik, nem a fegyvercső hossza, hanem a csőfurat torkolat előtti 2-4 kaliber hosszúságú szakaszának állapota határozza meg!

¹²⁹ a hazai gyakorlatban 3 x 10 lövéses csoportok értékelése alapján történik a pontosság megítélése.

¹³⁰ a tömeggyártásúhoz képest lényegesen pontosabb kialakítású és jobb minőségű, speciális feltételeknek megfelelő töltény.

A mesterlövész terminológiában „Match” tölténynek is jelölik.

¹³¹ a célban kifejtett (a célra gyakorolt) hatás olyan legyen, hogy az ellenséget **biztosan** kikapcsolja a harcból.

tömegének növelését viszont a kezelhetősége, huzamosabb ideig történő használata korlátozza;

- a *lövedék pontossága*, akárcsak a *fegyveré* elméletileg ugyanúgy objektív érték, gyakorlatilag viszont önmagában mégsem mérhető, csak lövéssel. Ehhez viszont kell egy olyan (a tömeggyártású fegyverhez képest jelentősen jobb minőségben kidolgozott fegyver¹³³, amely képes a lövésfolyamat elindítására. A mérőcső saját pontossága olyan mértékű, hogy viszonylag objektív képet adjon a *lövedék pontosságáról*¹³⁴;
- a *lövedék* egyik alapfeladata, hogy az előre meghatározott röppályát¹³⁵ bejárja. Ha ettől eltér, a találati pont nem a célzási pontba fog esni¹³⁶. A *lövedék* azonban csak akkor képes a röppályán végig megmaradni, ha kivitele (műszaki paramétersora) mindenben pontosan megfelel a tervezett értékeknek. 100%-os pontosság az előállítás során viszont nem érhető el, tehát a terméknek szórása is lesz, ez a szórás mindenképp növelni fogja a fegyver szórás képét. Törekedni kell tehát, hogy a *lövedék* szórása csak olyan mértékben ronthassa az R_{fm} részrendszer eredő szórását, ami még megfelel a pontosság elvárásainak;
- a *lövedék* másik alapfeladata, hogy a célobjektumnak olyan mértékű károsító energiát adjon át, amely elégséges annak a harcból való kiválását előidézni. Ezzel a felismeréssel igazolható, hogy nem elég a célt eltalálni, azt még a szükséges mértékben rombolni (károsítani) is kell. A *lövedék* hatásossága, ezen belül a becsapódáskor mérhető (becsapódási) energia mértéke függ a *lövedék* célban mért mozgási energiájától és esetleg hozzáadódik ehhez az értékhez a másodlagos károsító energia mértéke¹³⁷.

A lövés pontosságát az R_{fm} részrendszeren belül a *lövedék* minőségi mutatói befolyásolják döntően, valamint a fegyver transzportáló energia előállításának képességének jellemzői. Ennek egyik jellemző értéke a *lövedék torkolati sebessége*. Gyakorlati tapasztalataim alapján megállapítom, hogy a *lövedék pontossága* – főleg nagyobb lőtávolságokon – általában függ ettől a sebességétől is, tehát, ha az alacsonyabb, a pontosság is kisebb lesz. Ebből következik, hogy ha a fegyver alacsonyabb hatásfokkal állítja elő a transzportáló energiát, akkor alacsonyabb lesz a *lövedék* torkolati sebessége is, tehát várhatóan romlani fog a találatok pontossága (a *szórás kép*) is.

Az R_{fm} részrendszer *pontosságát* általában az erre a célra készített, a fegyvert megbízhatóan megtámasztó, úgynevezett belövőpadokban lehet viszonylag objektíven megállapítani, de csak a legutóbbi időkben születtek meg azok a több szabadságfokú

¹³² azaz a *lövedék* torkolati sebességének és tömegének szorzata azonos a fegyver elmozdulás sebességének és tömegének szorzatával ($I = m_l \times v_l = m_f \times v_f$ [Ns]). A lövőre ható erőt – adott tömegű és sebességű *lövedék* esetén – a fegyver tömege határozza meg.

¹³³ ezt a mérőfegyvert nevezi a szakma ballisztikai mérőcsőnek.

¹³⁴ a mérés feltételei hasonlóak, mint a fegyver saját pontosságának vizsgálata esetében

¹³⁵ egy elméleti görbe, amely az alrendszer adatsorozata (fegyver és *lövedék* jellemzők itt fel nem sorolandó összessége) alapján, valamint a környezeti hatások befolyásának figyelembe vételével, ismert matematikai függvények alkalmazásával írható le. Bármely kiinduló adat, vagy környezeti jellemző értékének változtatásával a görbe görbeseregé válik, amelynek közös a kezdőpontja (a fegyvercső torkolati nyílásának geometriai középpontja). A görbék végpontja a változás mértékében tér el az előző végpontoktól. Az alrendszer adatsorozatát általában normál értékekre szokták megadni (a fegyver torkolati sebességének átlagos értéke, a *lövedék* átlagos eltérése, stb.), a környezeti hatásokat a normál állapotban (20 °C, 0.1 Mpa, átlagos a tengerszinten mért levegő sűrűség, 70% relatív páratartalom, stb.) veszik figyelembe.

¹³⁶ soha nem is esik oda, éppen a szórás jelensége miatt. Általában a célzási pontot körülvevő (a rendszerre jellemző állásszögű ellipszisnek tekinthető) felületen belül lesznek a találati pontok. Ennek a felületnek a nagysága a szórás fő jellemzője.

¹³⁷ erről később részletesen a 4.6.4.5 pontban

lengőrendszert képviselő, igen drága eszközök, amelyek ilyen célra maradéktalanul alkalmazhatók¹³⁸.

Ebben a pontban eddigi fejtegetéseim során felismertem, hogy ha általánosan egy fegyver pontosságát jellemzi egy adat, akkor az mindig az R_{fm} részrendszer eredő pontosságát minősíti.

Felismertem még, hogy az R_{fm} részrendszer hatásosságát a részrendszer pontosságán túlmenően a *lövedék* műszaki jellemzői határozzák meg.

Ebben a pontban továbbá meghatároztam a **Rendszer** és elemeinek fő és mellékfunkcióit és bizonyítottam, hogy a **Rendszer** legfontosabb, számszerű adatokkal is leírható jellemzője a pontosság és a hatásosság, mert ez a két adat, amely bizonyítja a **Rendszernek** a célobjektum leküzdésére való képességét. Felismertem a pontosság és a hatásosság fontosságát a **Rendszer** képességeinek szempontjából.

A **Rendszer** elemei szoros kölcsönhatásban fejtik ki funkcióikat, de ennek részletes elemzése előtt még bevezetek egy új fogalmat, a feladatra való **alkalmasságot**.

4.4 Az R_{fm} részrendszer alkalmassága

Lényeges jellemzője az R_{fm} részrendszernek az **alkalmassága**, azaz az adott környezeti hatások között mennyire képes olyan helyzetbe kerülni, hogy kvalitásait maradéktalanul kifejtthesse. Az alkalmasságot jól körülírható tulajdonságok jellemzik, (pl.: környezetállóság, szállíthatóság, álcázhatóság, stb.), amelyekből csak egyet, a **szállíthatóságot** emelek ki és tárgyalom részletesebben.

4.4.1 Az R_{fm} részrendszer szállíthatósága

A **szállíthatóságot** a következők befolyásolják:

- az R_{fm} részrendszer méretei;
- az R_{fm} részrendszer tömege;
- az R_{fm} részrendszer ergonómiai kialakítása.

Az R_{fm} részrendszerre jellemző (puska) kialakításban a domináns méret a *fegyver* hossza. Minden részletesebb elemzést mellőzve kijelentem, hogy nagyon hosszú fegyver alkalmazása igen körülményes, mert az elakad (a terepakadályokban, a nyílászárókon való áthaladás közben, a szűk folyosókon, stb.), ugyanakkor nagy méret miatt távolabbról is könnyebben felfedhető.

Egy a vizsgált R_{fm} részrendszerbe beilleszthető *fegyver* klasszikus felépítése a csőtorkolattól visszafelé haladva a következő:

- a fegyvercső a csőszerelvényekkel (a csőtorkolaton és a csőfaron);
- a zárszerkezet;
- töblövetű fegyver esetén a tár és annak rögzítő helye;

¹³⁸ A régi belövőpadok alkalmazása esetén előfordult – magam is tapasztaltam –, hogy az így kapott szórás értékei nagyobbak voltak, mint amit ugyanazon környezeti feltételek mellett (rögtön a belövőpadi vizsgálat után) a mesterlövész fekvő-testhelyzetből produkálni tudott. Az viszont igaz, hogy alig néhány belövőpad létezik a világon, amely valóban objektív adatok megállapítását biztosítja. Emiatt kering az a téves idea, hogy egy kiemelkedően jó lövő, egy gyenge kvalitású fegyverrel is csodákra képes.

- az elsütőberendezés;
- a fegyvertusa.

Mindezen szerkezeti elemeket a fegyver ágyazata foglalja magában, amely a legtöbb esetben nem növeli a fegyverhosszat. A csőtorkolati szerelvényeknek (csőszájfék, lángrejtő, hangtompító, kompenzátor, stb.) a most ismertetendő elgondolásom szempontjából nem lesz jelentősége.

Ez a szerkezeti felépítés meghatározó a fegyver teljes hossza szempontjából, mert a felsorolt elemek némi átfedéssel egymás mögé épülnek, ugyanakkor vannak a fegyverszerkezetben olyan méretek, amelyek a lövész oldaláról (ergonómiai okokból) kötöttek (pl. a tusa vállapja és az elsütőbillentyű közötti távolság egy bizonyos túréson belül).

Megvizsgáltam, hogy a hagyományos fegyverfelépítés miként befolyásolja a szállíthatóságot és felismertem, hogy bár a rövidebb fegyver természetesen könnyebben szállítható, de a fegyverhossz csökkentése egy bizonyos határon túl¹³⁹ már csak a fegyvercső hosszának rövidítésével lehetséges. Ez azonban a fegyver hatásosságának a csökkentését is jelenti, mert a lövedék kezdősebessége (és ezzel a károsító energia nagyságának kezdőértéke) a csőhossz függvénye. Megoldást csak a hagyományos fegyverfelépítés átrendezése kínálhat¹⁴⁰.

Felismertem, hogy az optimális arányok megtalálásához szükség van egy viszonyszám megalkotására, amely megmutatja, hogy egy fegyver teljes hossza milyen arányban áll a teljesítő képességével. Ez a viszonyszám százalékosan kell megmutassa, hogyan viszonyulnak egymáshoz munkavégző képesség és méret szempontjából főleg az azonos kategóriát képviselő lőfegyverek¹⁴¹.

Gondolatmenetemet a következőkben ismertetem.

A kézi tűzfegyverről kijelentem, hogy egy olyan belső égésű erőgépnek (motornak) tekintem, amely hengerében (fegyvercső) a kémiai energiát tároló anyag (lőpor, amely az égéshez szükséges oxigént is magában tárolja) begyűjtését (csappantyú által) követő égésből származó nagymértékű gázfejlődés (lőporgázok) hatására a dugattyú (a lövedék) szabadon kirepülhet. Tehát a fegyvercső az energia-átalakító szerkezet munkavégző eleme, a lövedék pedig a munkavégzés tárgya. Az ilyen rendszerű fegyverek értékeléséhez be lehet vezetni az értékelő viszonyszámot. Elgondolásom alapja az a felismerés, hogy:

„Mivel az energiaszámítások a fegyvercsőben játszódnak le, megállapíthatjuk, hogy minden egyéb szerkezeti elem vagy ennek a folyamatnak, vagy a külsőballisztikai követelményeknek (célba találás) a biztosítása érdekében (célzás, megfelelő fegyvermegfogás, megtámasztás), illetve egyszerűen a szerkezeti elemek befoglalására szolgál. A fenti gondolatmenet alapján meghatározható egy η_{kf} viszonyszám, amely a fegyverszerkezet kihasználtsági fokának tekinthető”, tehát:

$$\eta_{kf} = \text{fegyvercső hossza osztva a fegyver teljes hosszával}$$

¹³⁹ megint csak ergonómiai okokból

¹⁴⁰ mint ahogyan kínál is az ún. „Bull-pup” kialakítású fegyverfelépítés esetében

¹⁴¹ mem kizárva azonban pl.. egy pisztoly-puska összevetést sem

azaz:

$$\eta_{kf} = \frac{l_{mcső}}{l_{össz}} \left[\frac{\text{mm}}{\text{mm}} \right]$$

ahol: $l_{mcső}$ = a fegyvercső munkavégző hossza mm-ben
 $l_{össz}$ = a fegyverszerkezet teljes hossza mm-ben

A **fegyverszerkezet kihasználtsági foka** mindig egynél kisebb szám¹⁴², de kívánatos, hogy ezen belül, minél nagyobb érték legyen¹⁴³. Célszerű az η_{kf} értékét %-ban kifejezni.

végül:

$$\eta_{kf\%} = \frac{l_{mcső}}{l_{össz}} \times 100 \quad [\%]$$

Ennek a viszonyzámnak a fegyver-ergonómia tárgyalásánál lesz kiemelt jelentősége.

A kérdés pontosabb elemzésével határoztam meg, hogy mit kell a fegyvercső munkavégző hosszán érteni. Természetesen ennek a hosszak alapvető része a csőfuratnak az a hossza, amelyet a lövedék a *belballisztikai* folyamatok alatt bejár (lökethossz) és ez a méret egzaktul mérhető is. A munkavégzéshez azonban hozzájárul a lövedéknek az *átmeneti ballisztika* szakaszában bejárt útja során nyert energia is. Ez a szakasz hagyományos módon azonban nem mérhető. Az sem vitatható, hogy a lövedék nem ebben a szakaszban kapja meg mozgási energiájának döntő többségét, tehát e szakasz jelentőségének (de csak a tárgyalt viszonyszámom szempontjából) nincs érdemi jelentősége.

A lökethossz vizsgálata során rögtön belátható volt, hogy ez a méret nem azonos sem a teljes fegyvercső-hosszal, sem a fegyvercső huzagolt hosszával¹⁴⁴. A mozgás kezdőpontja pontosan meghatározható a fegyvercső töltőürében elhelyezkedő és lezárolt tölténybe szerelt lövedék fenekének síkján¹⁴⁵ áthaladó és arra merőleges fegyvercső tengely metszéspontjával. A mozgás végpontja viszont csak abban az esetben tekinthető a fegyver torkolat síkja és a fegyvercső tengelye metszéspontjának, ha ebben a pontban a csőfurat még kaliberes és nem nagyobb¹⁴⁶. Ha a torkolat közelében a csőfurat átmérője ennél nagyobb, akkor a lövésfolyamat már az átmeneti ballisztika tartományába lép, és az előző egyszerűsítés miatt a nem kaliberes hosszal nem kell számolni. További problémát okoz, hogy csak a töltény és a fegyver töltőür részletes ismerete (méretezett metszetrajzok) nyomán határozható meg a lövedékfenék síkjának távolsága a fegyver-csőfar síkjától. Ugyanakkor az a tér, amelyet a lövedékfenék a töltényhüvely köpeny belső fala, valamint a hüvelyfenék belső fala határol, ugyanúgy részt vesz a termodinamikai folyamatban, mint a belső égésű motor kompresszió tere. A hüvelyfenék belső falának síkja mindenképp a csőfar síkjához képest a csőtorkolat felé kell esnie (átfedésnek kell lennie a hüvelyfenék „húsának” a csővéghez képest), mely átfedést a löporgázok nyomásából eredő szilárdsági követelmények határoznak meg.

Amennyiben elégségesnek tartom az η_{kf} néhány százalékos pontosságú meghatározását – gyors összehasonlítások megtételéhez – akkor belátható, hogy ebbe a pontosságba még könnyen belefér az $l_{mcső} = l_{cső}$ közelítés, ezzel a képlet a következőképp alakul:

¹⁴² mert a csőfart a megbízható tömítő zárelemmel le kell zárni, amelynek természetesen térbeli kiterjedése van

¹⁴³ Legideálisabb az $\eta_h = 100\%$ lenne, de akkor a csőfart nem zárná le semmi, ami nonszensz. Egy hagyományos ismétlő hadipuska η_h értéke általában 45-61%.

¹⁴⁴ mindkét adat katalógus adatnak számít, könnyen hozzáférhető

¹⁴⁵ ezt a síkot nevezik tűzfrontnak

¹⁴⁶ nagy általánosságban ez így is van. Kivételt képeznek a csővégre *nem oldhatóan* felerősített szerelvények (pl.: kompenzátor, csőszájfék, lángrejtő, stb.)

$$\eta_{kf\%} \cong \frac{l_{cső}}{l_{össz}} \times 100 \quad [\%]$$

ahol: $l_{cső}$ = a fegyvercső mérhető, vagy katalógusban megadott hossza

A két világháborúban mesterlövész fegyvernek használt hadipuskák esetében ez az érték az $\eta_{kf} = 45-55 \%$ közé számítható.

Az újonnan bevezetett mutatószámot vizsgálva egyértelmű, hogy – méreteit tekintve – egy magasabb η_{kf} értékkel jellemezhető fegyverszerkezet szállíthatósága jobb, mint egy alacsonyabbal jellemezhető, illetve ez bizonyítás nélkül is kétségtelen, ha két azonos kaliberű és torkolati energiájú fegyverről van szó.

Az R_{fm} részrendszer **tömege** két részből tevődik össze, a fegyverszerkezet és a lövedék (pontosan a lövedéket befoglaló töltény) tömegéből. Magától értetődik, hogy minél nagyobb e két tömeg értéke, annál nagyobb terhelést fog jelenteni a *lövész* számára, azaz rontani fogja az R_{fm} részrendszer szállíthatóságát, ezen keresztül, a használhatóságát. A részrendszer tömegének egyéb hatásaira értekezésem további részében – a szükséges helyeken – kitérek.

Az R_{fm} részrendszer **ergonómiai kialakítása** alapvetően befolyásolja nem csak a szállíthatóság, hanem a pontosság követelményét is ezért ezeket itt együtt kívánom röviden tárgyalni.

Az ergonómiai kialakítás szabja meg, hogy a *lövész* milyen pontokon és módszerrel kapcsolódva képes a részrendszer (a töltött puská) szállítására, és az milyen megterhelést jelent a számára. Külön részletezés nélkül is megállapítható, hogy erre a célra a különféle hordhevederek¹⁴⁷ és fogantyúk¹⁴⁸ a legalkalmasabbak. Megszokott, hogy e megoldásokon kívül a fegyverszerkezeten is találhatók közvetlen megfogási pontok, amelyek azonban – és általában – egyszerre biztosítják a szállíthatóságot, illetve a tűzvezetést, amennyiben jelen esetben ezzel a fogalommal határozom meg a „célzás” és a „lövés kiváltása” eseménysort. A R_{fm} részrendszer elemét képező *fegyver* megfoghatóságával kapcsolatos problémákat a Rendszer elemeinek egymásra hatását elemző részekben tárgyalom részletesebben, ezen a helyen csak annyit emelnék ki, hogy a Rendszer eredő *pontosságára* (a tényleges találati képre) hatással van a fegyver:

- tusájának hossza és a tusa vállapjának a *lövészhez* való illeszkedése;
- a megfogást biztosító markolatok kialakítása;
- a *lövész* arcának megtámasztása (a célzó távcső átláthatósága miatt¹⁴⁹).

Modern R_{fm} részrendszerek esetén a felsorolt elemek méretei a *lövész* antropometriai jellemzőihez hozzászabályozhatók (állítható tusahossz, állítható vállap-szög, és magasság, térben állítható arctámasz, stb.).

Ebben a pontban bemutattam egy új, általában *lövész* tűzfegyverek értékelésére alkalmas viszonyszámot, a fegyverszerkezet kihasználtsági fokát, amely a fegyvercső és a

¹⁴⁷ alapkövetelmény, hogy a hordheveder olyan helyzetben rögzítse a fegyvert a harcos testén, hogy abból a helyzetből lehessen a leggyorsabban és legkönnyebben a fegyvert tüzelési helyzetbe emelni.

¹⁴⁸ A hordfogantyút illik a fegyverszerkezet tömegközéppontjának függőleges hatásvonalához minél közelebb elhelyezni.

¹⁴⁹ például az úgynevezett célzási parallaxis hiba minimalizálása érdekében

fegyverszerkezet teljes hosszának százalékos arányában ad egy értéket a fegyver szállíthatóságát érintően. Ezt a viszonzszámot teljes mértékben saját szellemi termékemnek tekintem.

Ugyancsak ebben a pontban megállapításokat tettem az R_{fm} részrendszer, mint a Rendszer alkotóelemének alkalmasságával és szállíthatóságával kapcsolatban.

4.5 A lövész alkalmassága

Mint ahogy azt már a **4.3.1 pontban** megállapítottam, mesterlövésznek születni kell, tehát rendelkeznie kell olyan alapvetően meglévő – és továbbfejleszthető – tulajdonságokkal, mint:

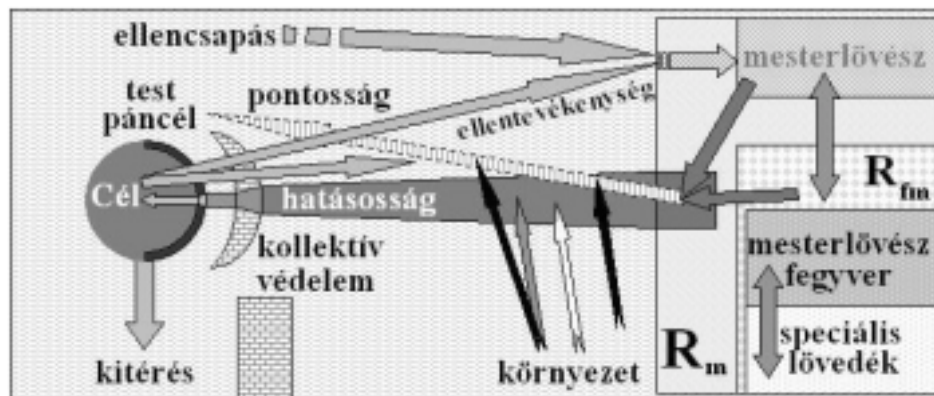
- hibátlan és jó felbontóképességű látás;
- gyors döntőképesség, nagyfokú önállóság;
- nagyfokú tűrőképesség, főleg monotónia¹⁵⁰ tűrés;
- megfelelő testfelépítés;
- és valami, amit nem lehet leírni, amit úgy neveznek: érzéke van hozzá.

Ezek a felsorolt tulajdonságok azonban csak akkor fejleszthetők, ha egyáltalán megvannak a mesterlövészben. A képzés a lökészség kialakítására és fenntartására, a tűrőképesség fokozására irányulhat és javíthatja a testfelépítést, de mást igazán nem képes befolyásolni. Fontos az a tény is, hogy a felsorolt tulajdonságok az életkor egy bizonyos határán túl (kinél, kinél máskor) visszafordíthatatlanul romlani kezdenek, főleg a látást és az idegállapotot befolyásolók, bár az „érzék” soha sem fog elveszni.

4.6 A Rendszer kölcsönhatásai

Amint azt már az előző pontokban megállapítottam a Rendszer egyes elemei szoros kölcsönhatásban vannak egymással, ugyanakkor kölcsönhatásban vannak egyenként és rendszerként is a fegyveres harc színterét jelentő környezettel egyaránt.

A Rendszer elemeinek részletes elemzése után ebben a pontban vizsgálom meg, melyek azok a legfontosabb kölcsönhatások, amelyek meghatározzák a Rendszer működését, ezen belül is a két legfontosabb jellemzőt, a *pontosságot* és a *hatásosságot*.



8. ábra a mesterlövész harc kölcsönhatásai a harcmezőn

¹⁵⁰ A lövésben esetleg órákig kell a fegyvert folyamatosan célra tartva várni a lövés lehetőségét.

A kölcsönhatások részletesen a következők:

4.6.1 A fegyver szempontjából:

- a *tömege*, mert meghatározza a *lövészt* érő (a lövésből eredő) terhelés mértékét, ugyanakkor korlátja a folyamatos alkalmazásnak, a könnyű kezelhetőségnek. Befolyásolhatja a **Rendszer** szórás képét¹⁵¹;
- a *transzportációs energia létrehozó képességének határfoka*¹⁵², mert meghatározza a lövedék torkolati energiáját, ezáltal befolyásolhatja a **Rendszer** szórás képét és a lövedék célban kifejtett hatását is¹⁵³;
- a *pontossága*, mert a *lövész* és a *lövedék* pontosságával együtt hatásban meghatározza a **Rendszer** találati pontosságát és a szórás képét;
- a *méretei és kezelhetősége*, mert meghatározza a *lövésszel* szembeni elvárásokat (az antropometriaitól az egészségi állapotbeliig), alkalmazásának körülményeit¹⁵⁴;
- az *ergonómiai kialakítása*, mert könnyebbé, vagy nehezebbé teszi a *lövész* számára a használatot, ezáltal befolyásolhatja a **Rendszer** találati pontosságát¹⁵⁵.

4.6.2 A lövedék szempontjából:

- a *tömege*, mert a *fegyveren* keresztül befolyásolja a *lövészt* érő terhelést, illetve folyamatos terhelhetőségét;
- azon *képessége*, hogy a károsító energiát milyen hatásokkal adja át a célnak és átadja-e, mert befolyásolja a **Rendszer** találati pontosságát és szórás képét, illetve rossz esetben találat esetén nem okoz harcképtelenséget a célobjektumnak.

4.6.3 A lövész szempontjából:

- a **Rendszer** tudatos elemeként fizikai, szellemi és felkészültségi szintje pillanatnyi eredőjének megfelelően **alapvetően** meghatározza (de csak az **R_{fm}** részrendszeren keresztül) a **Rendszer** pontosságát;
- ismereti szintjének és hozzáállásának¹⁵⁶ megfelelően befolyásolhatja a **Rendszer** működőképességének fenntartását.

A felsorolt megállapítások alapján bebizonyítottam, hogy a **Rendszerben** a *pontosságot* minden eleme, a *hatásosságot* viszont csak és kizárólag a lövedék műszaki

¹⁵¹ egy adott tömegű és kezdősebességű lövedék alkalmazásakor a nagyobb tömegű hagyományos löfegyver kevésbé mozdul el a lövés közben fellépő dinamikus terhelések hatására, mint a kisebb tömegű.

¹⁵² löfegyver esetében ez a határfok (adott töltény esetén) a zárolás és a csőfurat kialakításának minőségétől függ. Általában elmondható, hogy amennyiben jelentős gáz szökik meg a csőfuratban a lövedék és a csőfal között, akkor a lövedék megvezetése sem megfelelő, ami a lövedék röppályán való viselkedését károsan befolyásolja. A fegyver szórását rontja, ha a zárolási illesztésekből következő gázvesztesség minden lövéskor más és más mértékű lesz (a nagy illesztési játékok következtében), mert emiatt nagy lesz a torkolati sebességek eltérése is, ami megint csak a találati képet rontja.

¹⁵³ Alacsonyabb torkolati energiához biztosan alacsonyabb becsapódási energia tartozik!

¹⁵⁴ egy nagy tömegű, erős testfelépítésű, képzett harcos kezében ugyanaz a fegyver sokkal jobb találati és szórás képet produkál, mint egy magas, de kistömegű, gyenge felépítésű, kevésbé gyakorlott harcos kezében. Egy kiváló felépítésű, de indiszponált harcos gyengébb eredményt fog elérni.

¹⁵⁵ Egy ergonómiai jól tervezett fegyver kezelése nem okoz olyan fárasztó és zavaró izomtónusokat a harcosnak, melyek eredményeként végtagremegés, korai elfáradás, izomgörcs állhat elő.

¹⁵⁶ hanyag, nemtörődöm harcos kezében hamarabb válik működőképtelenné a fegyver, ha még a karbantartási ismeretei is kritikán aluliak, akkor nem várható tőle a működőképesség visszaállítása sem. Végeredményül a **Rendszer** megszűnik létezni. Ilyen harcos viszont mesterlövészek között nincs, azaz az ilyen nem mesterlövész.

jellemzői, illetve az R_{fm} részrendszer torkolati energiája befolyásolja (amennyiben a pontossága megfelelő).

A kölcsönhatások mélyebb megismerése érdekében részletesen elemeztem azokat a lövésfolyamatban.

4.6.4 A kölcsönhatások érvényesülése a lövésfolyamat során

Felismertem, hogy a kölcsönhatásokat a legmélyebben akkor ismerhetem meg, ha azokat a lövésfolyamat során pontról pontra megvizsgálom.

4.6.4.1 A célzás során:

- a *lövész* fizikai és szellemi állapota, kiképzettsége, szinten tartottsága (egyszóval pillanatnyi kondíciója) döntően befolyásolja a célzás minőségét¹⁵⁷;
- a célzás minőségét annak a közegnek a pillanatnyi állapota is befolyásolja, amely a löállás és a cél közti teret kitölti. Célzótávcsövön keresztül történő célzás esetén a közeg optikai törésmutatója (és főleg annak a röppálya menti változása) döntő befolyással lehet az eredményességre¹⁵⁸;
- egyes esetekben¹⁵⁹ a céltávolság pontos ismerete nélkül lehetetlen a célt eltalálni. A céltávolság meghatározásában szubjektív szerepe van a lövésznek, akit a becslés pontosságában egészségi (szemészeti) alkalmassága és gyakorlottsága (a távolságbecslésben) befolyásol. A szubjektív hibák kiküszöbölésére szolgálhat a *fegyver* irányzó szerkezete által biztosított távmérés lehetősége (az egyszerű összehasonlító mérőjeltől a lézertáv mérőig). Ilyen értelemben tehát a *fegyver* ilyen szolgáltatásai nagymértékben befolyásolják a **Rendszer** pontosságát, illetve a **Rendszer** reakció idejét. Reakció időnek nevezem azt az időszükségletet, ami a cél felbukkanásától (megpillantásától), a lövés leadásáig (a lövedék megindításáig) tart. Természetesen a reakció idő egyik legfőbb meghatározója a lövész kiképzettsége, de a fegyver által nyújtott szolgáltatások jelentősen csökkenthetik. Amennyiben az automatikus távmérést a löelemek kiszámítása követi és ennek eredményeképp a célzójel úgy jelenik meg a fegyver irányzék látómezejében (a *lövész* látóterében), hogy csak ezt a jelet kell fedésbe hoznia a cél felületével, a reakció idő csökkentése olyan mértékű lehet, amely már minőségi változásként jellemezhető a hagyományos¹⁶⁰ célzási metódusokhoz képest;
- a fegyver tömege és ergonómiai kialakítása meghatározza, hogy meddig lehet irányzójelet a célon tartani a kéz remegése nélkül. Ez az idő jelentősen függ a környezeti körülményektől, ezen belül is a hőmérséklettől¹⁶¹;

¹⁵⁷ azt a tulajdonságot, hogy milyen pontosan és mennyi ideig marad a célzási pont a célon.

¹⁵⁸ Közismert jelenség, hogy erősen felmelegedett talaj felett a levegő olyan mértékben vibrál, hogy a célzótávcsőben megjelenő cél képe vonaglik, vagy akár jelentős mértékben ugrál is.

¹⁵⁹ ha a röppálya jelentősen görbe alakú. Egyenesnek tekinthető röppálya esetén (nagy lövedéksebesség, kis lőtávolság) általában elegendő a lövedék sebességvektorát (praktikusan pl.: a fegyver csövét) a célra irányozni, a távolságtól függetlenül a röppálya metszeni fogja a cél által a háromdimenziós térben körülhatárolt térrészt. Amennyiben a röppálya valamilyen matematikai függvény *görbéjével* írható le, akkor a görbe ívelttségétől függ az a Δx ($\neq 0$) távolság amelyen belül kell sikeresen megbecsülni a lőtávolságot ahhoz, hogy a röppálya a célfelületet messe. A Δx mérete a lőtávolság növekedésével hatványozottan csökken. Egészen kis lőtávolságokon (< 200 m) viszont a görbe alakú röppálya sem akadály a találatnak.

¹⁶⁰ távolságbecslés + irányzék beállítása + irányzójel célra helyezése

¹⁶¹ Ez az idő a hőmérséklet csökkenésével (különösen fagyponthoz alul) rohamosan csökken. Általában az az alapelv, hogy a mesterlövész inkább kissé izzadjon, mint fázson, a fegyvert tartó izmok remegését elkerülendő.

- az irányzó eszköz kialakítása (ami mesterlövész puskán csak célzótávcső lehet) és elhelyezése szintén alapvetően befolyásolja a **Rendszert**. Rosszul megválasztott célzótávcső¹⁶², vagy ergonómiailag hibás elhelyezése¹⁶³ lehetetlenné teszi a gondos és pontos célzást. A célzótávcsőben megjelenő célkép minősége döntő hatással lehet a találat eredményességére, sőt mesterlövész feladatok esetén egy rossz minőségű kép eleve megakadályozza a lövés leadását, mert lehetetlenné teszi a célazonosítást¹⁶⁴. A képminőség megtartása az a képesség, hogy romló külső fényviszonyok között is lehető marad a harcos számára a célok megbízható felismerése¹⁶⁵;
- a *lövedék* ebben a fázisban még nem igazán befolyásolja a **Rendszer** működését, az azonban figyelembe veendő, hogy a fegyver egy javadalmazása ne legyen olyan mértékű, hogy a lőszer össz tömege¹⁶⁶ extrém módon növelje meg a fegyvertömeget.

4.6.4.2 Az elsütés során:

- a lövésfolyamat megindítása a *lövész* elhatározásától függ. Mivel ennek az elhatározásnak a *fegyverrel* való közlése manuális tevékenységet igényel (az elsütőbillentyű elhúzásával), annak erőszükséglete is van. Ha ez az erőszükséglet – a *fegyver* tömege és a *lövész* kondíciója függvényében – meghalad egy határértéket, akkor számítani kell arra, hogy a lövéskor a *fegyver* elmozdul arról a pontról, ami a tervezett röppálya induló pontja lenne, tehát a *lövedék* nem a tervezett röppályára tér. Az elmozdulás irányát és mértékét az erőhatásból a fegyverre ható nyomatek szabja meg¹⁶⁷. Másrészről azonban, ha ez az erőhatás egy küszöbértéknél alacsonyabb, akkor sokkal nagyobb a szándékolatlan (véletlen) lövés veszélye;
- amikor a *lövész* a lövésfolyamat megindítására irányuló akaratát rákényszeríti a fegyverre, annak a Δt (>0) időnek a nagysága, amely az akarat közlése és a *lövedék* megindulása ($v>0$) között eltelik, szintén jelentős befolyása van a **Rendszer** pontosságára. A *lövész* a *fegyvert* tüzeléskor a kezében tartja, tehát belátató, hogy az emberi test belső folyamataitól befolyásolva a *fegyver* térbeli helyzete állandó szabálytalan lengésben van. A lengés következtében csak időnként kerül a *fegyver* olyan térbeli helyzetbe, hogy képes legyen a *lövedéket* a megfelelő röppályára állítani. Minél nagyobb a Δt , annál nagyobb lesz a lengés amplitúdója és annál zegzugosabb lesz a vonala. E jelenség

¹⁶² Rosszul megválasztott nagyításérték a céltávcsőben túlságosan leszűkíti a megfigyelhető célterületet, emiatt hirtelen felbukkanó cél észlelése lehetetlenné válik. A változtatható nagyítású (zumos) távcsövek esetében csak a legigényesebbek akadályozzák meg a nagyítás változtatása közben az irányzójel elmozdulását. Követelmény lehet, hogy az ún. célzási parallaxis hiba (a fej mozgásával a célzójel elvándorol a célpontról) minden lőtávolságon kiszűrhető legyen, de ez nagyon drága távcsőkonstrukciót jelent..

¹⁶³ Ha az irányzójelet csak a nyak megfeszítésével lehet látni, vagy extrém fejtartást követel, akkor a látás teljesítménye is gyengül, a nyaki erek elszorítása szédüléshez vezet.

¹⁶⁴ Az a képesség, amely alapján a lövész a szükséges megbízhatósággal felismeri a célpontot és el tudja különíteni – főleg – a „nem támadható” célobjektumoktól. A célzótávcső alapmutatószáma az optika felbontóképessége. Fontos követelmény, hogy a célzótávcső nem fedheti fel – csillogással – a harcost még ellen-napsütésben sem, ennek megakadályozására mechanikus rácsot, vagy optikai lencsebevonatot alkalmaznak.

¹⁶⁵ az ún. fényhasznosítási mutató a távcső nagyításával arányos mérőszám, azt mutatja meg, hogy milyen megvilágítás csökkenésig használható a távcső a szabad szemmel történő látáshoz képest.

¹⁶⁶ kaliberfüggő!

¹⁶⁷ Mesterlövészpuskánál az elsütőerő általában 5 – 15 N közötti értékre fokozatmentesen állítható be, katonai kivitelnél azonban sérülékenység miatt nem célszerű a fokozatmentesen állítható erejű elsütőbillentyű.

csökkentésére célszerű legalább egy alátámasztási pontot¹⁶⁸ kialakítani a *fegyveren*.

4.6.4.3 A lövés során:

- a belballisztikai folyamatok alatt a *lövedék* impulzusa a *fegyver* impulzusán keresztül hat a *lövészre*, amit az **hátralökésként** érzékel. Mint már leírtam, a *fegyver* tömege határozza meg egy adott tömegű és torkolati sebességű *lövedék* lövésekor keletkező hátralökés mértékét. A hátralökésnek, a fegyvertusa elhelyezésének és kialakításának, valamint a *lövész* fizikai kondíciójának függvénye¹⁶⁹, hogy a lövés hatására mennyire tér el a fegyvercső a célzáskor elfoglalt térbeli helyzetétől. Ha a *lövedék* még nem hagyta el az átmeneti és a külballisztikai jellemzők állította határvonalat, ez az elmozdulás károsan befolyásolja a **Rendszer** pontosságát (az elmozduló fegyvercső a szándékolttól eltérő röppályára állítja a *lövedéket*, illetve a röppályára merőleges gyorsulással hat rá). Tekintettel arra, hogy a *fegyver* impulzusa abban a pillanatban 0-nál nagyobb érték, amikor a *lövedék* aktuális sebessége is meghaladja a nullát (azaz a *lövedék* megindulásának pillanatában), a *fegyver* is megindul az ellenkező irányban (a tömegarányának megfelelő) sokkal kisebb sebességgel. A fegyverimpulzus növekedésének mértéke pedig arányos a *lövedék* sebesség változásával, tehát könnyen belátható, hogy a káros elmozdulás felléptének helyét a fegyverszerkesztőknek úgy kell előre tervezniük, hogy egy átlagosnál gyengébb testi adottságú *lövész* kezében se ugrálhasson a fegyvercső¹⁷⁰;
- a fegyverelmozdulás mértékét a közeg, amelyen a *lövész* magát megtámasztja a lövéskor, illetve az ezen a talajon elfoglalt testhelyzete is esetenként károsan befolyásolhatja¹⁷¹;
- a *fegyver* transzportáló energia előállító képességének minősége döntő hatással van a *lövedék* azon képességére, hogy az előre megszabott röppályát bejárja. Könnyen belátható, hogy amennyiben az energiát a szükséges mértéknél alacsonyabb szinten, továbbá csak erős színtingadozással képes előállítani, akkor ezzel döntően befolyásolja a *lövedék* olyan képességeit¹⁷², amelyek a röppályája alakját határozzák meg. A *lövedék* eltérése az előre meghatározott (számított) röppályától viszont a **Rendszer** pontosságát rontja – sokszor drámaian;
- a lövésfolyamat végére eldől, hogy a *lövedék* rendelkezik-e a minimális mértékű károsító energiával¹⁷³.

¹⁶⁸ általában kihajtható villaállvánnyal oldható meg. A villaállvány elhelyezése is lényegesen befolyásolja a pontosságot, de van aki szerint a lehető legelőrébb, van aki szerint a fegyver tömegközéppontja környékére célszerű felszerelni, csak a fegyvercsőhöz nem szabad rögzíteni, mert azt meggörbíti, ha a fegyvert a talajra leszorítják..

¹⁶⁹ Amennyiben a lövéskor keletkező impulzus számottevő (a *lövedék*nek érzékelhető és mérhető tömege van) figyelembe kell venni, hogy a *lövedék* lövéséből származó reakció erő hatásvonala a fegyvercső tengelyébe esik. A fegyvertusa feltámasztási pontja (a harcos vállán) ettől a ponttól a hagyományos felépítésű puskáknál jelentősen, a modern kialakításúaknál sokkal kisebb mértékben eltér. Jellemzően az előbbi az utóbbi felett van. Az eltérés miatt, a távolság mértékével arányos (a fegyvercsövet felfelé forgató) nyomaték hat.

¹⁷⁰ szerencsére az emberi test tehetetlensége - bizonyos mértékig – a leírt jelenség ellen hat, de relatíve nagy *lövedék*tömeggel és magas torkolati sebességgel üzemelő fegyvereknél mindig számolni kell vele

¹⁷¹ nagy hátralökést produkáló fegyver elmozdulása számottevő lehet, ha a harcos laza, morzsalékos talajon tevékenykedik.

¹⁷² például a torkolati sebességét, a *lövedék* hossz tengelye és a röppálya érintője által bezárt szöget (aminek illik jó közelítéssel 0-hoz konvergálnia).

¹⁷³ reális volt-e a törekvés, hogy adott céltávolságban a célobjektum károsítható?

Megállapítottam, hogy a lövésfolyamatnak ez a szakasza az, amikor a **Rendszer** mindhárom elemének kölcsönhatása a legerősebb és a legnagyobb befolyású a **Rendszer** pontosságára és hatásosságára.

4.6.4.4 A röppályán:

- a külballisztika tanításai szerint a röppályán a *lövedéket* már csak a környezete befolyásolja. A lövedék azon képessége, hogy milyen mértékben tudja az előre meghatározott röppályát bejárni, ekkor már saját képességein¹⁷⁴ túl kizárólag - az esetenként gyorsan változó - környezeti jellemzők függvénye¹⁷⁵;
- a *lövész* a *lövedéket* a röppályán semmiképp nem tudja befolyásolni. Ez a megállapítás szinte teljesen igaz, ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy bizonyos fegyver-kiegészítők (az átmeneti ballisztika zónájában) hatással vannak a *lövedékre*¹⁷⁶, melyek közül egyesek használata a *lövész* akaratától függ;
- a *fegyver* a *lövedéket* a röppályán nem tudja már befolyásolni. Ez a megállapítás még kevésbé igaz, mint az előző. Legjobb példa erre, amikor a lövedék közegellenállása jelentős mértékben függ a lövedék térben elfoglalt helyzetétől¹⁷⁷ és mozgásjellemzőitől. Mint már az előzőekben leszögeztem, a *fegyver* nem csak transzportáló energiával látja el a *lövedéket*, hanem a röppálya bejárására is kényszeríti. Egyes esetekben azonban ez a kényszerítés egyáltalán nem korrekt, főleg nem az előre eltervezett feltételeknek megfelelő. Megállapítottam, hogy a fegyvernek a lövedéket a számított röppályára való kényszerítésének képessége a fegyver műszaki állapotának és konstrukciós megoldásainak a szoros függvénye¹⁷⁸;
- a *lövedék* azon képességét, hogy az előre meghatározott röppályát bejárja a leginkább annak a közegnek a tulajdonságai (pontosabban a tulajdonságok folytonos változásának mértéke és jellegzetességei) befolyásolják, amely közegben¹⁷⁹ a *lövedék* éppen halad (nem lehet kizárni az esetleges közegváltást sem!). A *lövedék* és a közeg kölcsönhatásában a legfontosabb tényezők egyrészt a *lövedék* oldaláról a mérhető fizikai jellemzők, másrészt a közeg mérhető (de sajnos folytonosan változó) jellemzői. A *lövedék* mérhető jellemzői a lövedék konstrukciója által meghatározottak.

Az *α* típusú *lövedék*¹⁸⁰ esetében ezek:

- az alakja, amely meghatározza a közegellenállás mértékét¹⁸¹

¹⁷⁴ egy adott lövedéktípus esetén a gyártás tűrések és a gyártás minősége függvényében

¹⁷⁵ feltételezve, hogy a lövedék minden paramétere elfogadható hibahatáron belül megfelel az előre megkötött (tervezési) értékeknek.

¹⁷⁶ például a szurony, vagy a hangtompító

¹⁷⁷ alapvetően a lövedék mozgásvektora és a lövedék hossz tengelye által bezárt szög, abban az esetben, ha a lövedék alakja befolyásolja az adott közegben a közegellenállás mértékét.

¹⁷⁸ Legjellegzetesebb példa erre az 5.56x45 mm-es NATO SS109 lövedék viselkedése (kiskaliberű mesterlövész fegyvert feltételezve), ha nem 178, hanem 305 mm-es huzagemelkedésű csőből lövik ki és emiatt a fordulatszáma olyan mértékben alacsonyabb, hogy nem stabilizálódik a röppályán. A lövedék egyre táguló kúpszögű orsó mozgásba kezd tömegközéppontja körül, végül összevissza bukdácsolva rohamosan lelassul, *elkóvályog*. Ilyen kaliberű mesterlövész pusák alkalmazásban vannak.

¹⁷⁹ Ez a közeg vizsgálatunk szempontjából, az esetek döntő többségében, a föld légköre egy adott tengerszint feletti (nem túl tág) magasság intervallumban

¹⁸⁰ A *β* típusú lövedékek elemzésében nem foglalkozom!

¹⁸¹ A legideálisabb a hegyes orrú, úgynevezett *csónak* alak, mert mind a lövedék előtt, mind a lövedék mögötti áramlási veszteségeket mérsékeli, ezért a legalacsonyabb a közegellenállása. Kisebb közegellenállású lövedék kevésbé lassul a röppályán.

- a fajlagos keresztmetszeti terhelése, amely utal a röppálya menti sebességvesztés mértékére¹⁸²
- a fajlagos hossza¹⁸³ és a tömegközéppontjának helyzete
- az önpörgésének¹⁸⁴ mértéke, mely három utóbbi tényező a *lövedék* stabilitását¹⁸⁵ határozza meg.
- adott *lövedék* sebességvesztésének mértéke egy adott közegben függ még a *lövedék* torkolati sebességétől (nem mindegy mennyi a röppályán az induló sebesség). Drámai változások azonban a hangsebesség feletti és alatti határ átlépésekor tapasztalhatók, mert ebben a zónában ugrik meg jelentősen a közegellenállás. Lövésakor természetesen a *lövedék* a fegyvercsőben lép hangsebesség fölé, tehát ez nem befolyásolja viselkedését a röppályán. Hangsebesség alatti kezdősebességű *lövedéknél* a szuperszonikus/szubszonikus váltás nem áll fenn;
- A *lövedék* oldalgása¹⁸⁶, amely olyan tulajdonsága, hogy oldalirányban, a lőtávolság függvényében folyamatosan egyre nagyobb mértékben letér az elméleti röppályáról.

A röppálya ennél a *lövedéknél* ballisztikai görbe, melynek görbületét a *lövedék* sebességvesztése határozza meg. Lapos (az egyeneshez közelítő) röppálya kis sebességvesztésre utal, jelentősen lassuló *lövedék* nagy görbületű röppályát ír le. Azonnal belátható, hogy a lapos röppályán haladó gyors *lövedéknek* sokkal nagyobb esélye van eltalálni a célt (főleg, ha az még mozog is), mert pl. lapos röppálya esetében kevésbé fontos pontosan ismerni a lőtávolságot, a *lövedék* igen gyorsan célba ér, stb. A kis sebességvesztés másik döntő előnye akkor tapasztalható, ha a károsító energiát a *lövedék* a saját mozgási energiájából nyeri. A sebesség csökkenése ugyanis négyzetesen befolyásolja a károsító energia mértékét a röppálya bejárása során, emiatt a *lövedék* károsító képessége erősen lőtávolságfüggő.

Az átjárható¹⁸⁷ közeg mérhető jellemzői:

- a sűrűsége
- a hőmérséklete
- a nyomása
- más anyaggal való telítettsége¹⁸⁸
- áramlási viszonyai¹⁸⁹

¹⁸² a *lövedék* tömegének és keresztmetszeti felületének hányadosa ($m/A = g/mm^2$). Minél nagyobb ez az érték, annál kevésbé veszít a *lövedék* a sebességéből a lőállástól a célig. A ballisztikai számításokban használt másik jellemző, a keresztmetszeti sűrűség ($m/d^2 = g/mm^2$) egyenesen arányos a fajlagos keresztmetszeti terheléssel, dimenziójuk azonos (csak kevesebb számítást igényel).

¹⁸³ a *lövedék* hossz és a *lövedék* átmérő (l/d) dimenzió nélküli viszonyszám. Minél nagyobb, annál jobban követi a *lövedék* a röppályát.

¹⁸⁴ a giroszkóp-hatás elérése érdekében. A forgó *lövedék* tengelye egy adott fordulatszám felett (minimális követelmény) megtartja eredeti (pl. a fegyvercső tengelye által megszabott) irányát és egy másik, az előbbinél nagyobb fordulatszám alatt (maximális követelmény) képes a röppálya görbe ívét követni. A két határérték közötti sáv a *lövedék* engedékenységre jellemző. A *lövedék* megpörgetését, vagy a fegyver (pl. a huzagolt fegyvercső), vagy a *lövedék*et körülvevő közeg (a *lövedék* aerodinamikai elemei által) végzi.

¹⁸⁵ az α típusú *lövedék* azon képessége, hogy a röppályát követve mindig orral csapódjon a célba. Alapfeltétele, hogy a röppálya érintője és a *lövedék* tengelye minden időpillanatban (jó közelítéssel) egybe essen. A giroszkóp-hatáson kívül a *lövedék*et nyíllövedékként is stabilizálni lehet, sőt a nyíllövedék is lehet enyhe mértékben megpörgetni.

¹⁸⁶ Magnus-hatás: a jelenség a *lövedék* önpörgéséből származik és annak mértékétől, valamint a forgás sebességétől függ. Irányát a huzagolás iránya határozza meg. Ezt az értéket a *lövedék* ballisztikai táblái – mint alapadatot – mindig tartalmazzák.

¹⁸⁷ amennyiben az adott közegben a *lövedék* ballisztikus röppályát képes leírni, akkor ez a közeg a *lövedék* szempontjából átjárhatónak tekinthető.

¹⁸⁸ pl.: páratartalom, porszenyezettség, stb.

¹⁸⁹ molekuláinak áramlási sebessége, a közeg mozgási vektorának jellemzői, mozgás-gradiensének adatai.

mely jellemzők egyrészt a *lövedék* sebességvesztésének mértékét, másrészt a röppályán való maradás képességét határozzák meg¹⁹⁰. Csak rendkívül optimista megközelítéssel lehet feltételezni továbbá, hogy 1000 m és afeletti lőtávolságokon a közeg minden állapotjellemzője megfelel a lőállásban mérhetőnek. Főleg a közegáramlás jellemzői hajlamosak (ráadásul sávosan¹⁹¹) megváltozni.

- a szinte követhetetlenül sok egymásra ható tényező és a kölcsönhatások szintén követhetetlen kuszasága eredményeképp a *lövedék*-közeg egymásra hatás előre nem számítható, csak jósolható¹⁹². Emiatt tudomásul kell venni, hogy minden lövés-találat összefüggés valamilyen valószínűségi kapcsolatban van egymással, de ez a valószínűség nem lehet 100%-os¹⁹³.
- a fentiek alapján természetesen az lenne a kívánatos, ha olyan műszaki megoldással látnánk el a lövedéket, amely mégis a célba irányítaná oly módon, hogy a röppályáról való letérést vagy folyamatosan, vagy a cél közelében a szükséges mértékben korrigálja. Ennek azonban méret és energiaellátási akadályai vannak ebben a vizsgált Rendszerben használt fegyvereket illetően – jelenleg.

Megállapítottam, hogy a lövésfolyamatnak ez a része a legkevésbé befolyásolható emberi akarattal és szándékkal, mert a *lövedék* ekkor valóban a természet kezében van, annak a játékszere.

4.6.4.5 A becsapódáskor:

- a becsapódáskor a *lövedékre* a Rendszer másik két eleme már nem hathat, még olyan mértékben sem, mint a röppályán, mert azokat a hatásokat az átjárható közeg saját hatásai transzformálják. Sajnos itt is az a tapasztalat, hogy minden változás a romlás irányába hat.
- az energiaátadás minőségét ugyanakkor jelentősen befolyásolja a környezet és a cél hatása a lövedékre;
- a lövedék a röppálya végére adott, mérhető tulajdonságokkal érkezik:
 - mérete, alakja, konstrukciója és tömege, az esetleges másodlagosan ható energia mennyisége és a felszabadítás képessége normál esetben¹⁹⁴ nem változott
 - energia tartalma (pl. becsapódási sebessége, stb.) és más mozgásjellemzői¹⁹⁵ adottak (a röppályán eltöltött életútjától függnék)
 - a háromdimenziós térben, a becsapódás pillanatában elfoglalt helyzete¹⁹⁶ adott (szintén az előző függvénye)

¹⁹⁰ nagyobb sűrűségű közegben egy rossz alakú (lapos orrú, rövid lövedék) sokkal jobban lassul, mint hígabb közegben egy csónaktestű. A röppályán bukdácsolva haladó lövedék sűrűbb közegben sokkal előbb letér a tervezett röppályájáról.

¹⁹¹ hogy elég ideig hathassanak a lövedékre!

¹⁹² emiatt az *egy adott lövedék, adott állapotú közegben való viselkedését leíró* függvényt több ezer etalonlövedék mérőcsőből való kilövésével nyert adathalmaz átlagolásával határozzák meg. Minden lényeges állapotjelző kötött léptékű változtatásával rendre megismétlik a méréseket. Az így kapott görbesereg csoportokat lőtáblákba foglalják. Ennek az adathalmaznak a számítógépre vitelével állítólag jobb ballisztikai jóslásokba lehet bocsátkozni, mint közelítő függvények alkalmazásával.

¹⁹³ 99.9%-os találati valószínűség sem garantál abszolút pontosságot, mert 1000 lövésből ugyan 999 találatot értünk el, de arra nincs semmi garancia, hogy az az **egy** hiba mikor (legelőször, az ötszázadik után, vagy legutoljára) következik majd be.

¹⁹⁴ ha a lövedék nem kényszerült közegváltoztatásra (pl.: ütközés) a röppályán.

¹⁹⁵ az önpörgés fordulatszám a táمولgás fordulatszám, stb.

¹⁹⁶ A röppálya érintő és a lövedék hossz tengelye által bezárt (α_{b01}) szög, a lövedéktengelye és a cél felületére fektetett érintősík által bezárt (α_{be}) szög. Ha ezek a szögek túl nagyok akkor a tömeggel rendelkező lövedék az alakjától és

Ezen tulajdonságok befolyásolják a lövedéknek a károsító energia átadó képességét a cél jellegétől függően:

- mind a három felsorolt tulajdonságcsoportha hatással van a lövedéknek a célba való behatolás-képességére¹⁹⁷
 - a lövedék konstrukciója meghatározza a károsító energia átadásának hatásfokát¹⁹⁸
 - másodlagosan ható károsító energiát szállító lövedék esetében a másodlagos energia működtetésének pillanatában a hatásosság *lövedék* céltól való távolságának függvénye¹⁹⁹. Pontos találat esetén természetesen a másodlagosan ható energia megnöveli az elsődlegesen ható károsító energia hatását;
- Külön kell vizsgálni azt az extrém esetet, amikor bár a *lövedék* tényleges röppályája áthaladna a cél felülete által körbezárt térrészen, de a célt valamilyen mesterséges, vagy természetes objektum²⁰⁰ (akadály) takarja. Természetesen az ideális az lenne, ha a *lövedék* az akadályon keresztülhaladna, továbbá az akadályon csak olyan mértékben veszítene károsító energiát, hogy a maradék még mindig elegendő²⁰¹ legyen a cél harcképtelenné tételéhez. Az akadály leküzdését befolyásoló tényezők azonosak a célra vonatkozóan ismertettekkel, csak más fontossági megközelítésben (lövedék-konstrukció, alak, sebesség, sűrűség).

Feltételezve, hogy a *lövedék* az előre elhatározott röppályát bejárva csapódik a célba, a célban kifejtett hatás a legkönnyebben tervezhető előre. A *lövedék* és a cél kölcsönhatásai – legalább is makroszinten – jól jósolhatók, esetenként számíthatók²⁰²

A harctér szereplőinek változása miatt azonban figyelembe kell venni, hogy a személyi páncéltörő és a mobil kollektív védőeszközök²⁰³ rohamos elterjedése sokkal jobb energia átadási képességet vár el a lövedéktől. Ha azonban a fegyverszerkezet már adott és abból (technikai korlátjaik miatt) csak meghatározott tömegű és sebességű lövedékek lőhetők ki, az egyedüli megoldás a lövedék konstrukciójának megváltoztatása lehet.

Ebben a pontban, a **Rendszer** és elemeinek egymásra, valamint a környezetnek és a célobjektumnak a **Rendszerre** és elemeire való kölcsönhatásait részletesen elemezve megállapítottam, hogy a lövésfolyamat olyan folyamat, amelyre jellemző, hogy a folyamat során fellépő hatások rendre rontják a **Rendszer** elméleti hatásfokát. Minden tényező a

konstrukciós kialakításától függő mértékben elpattanhat a célról. A térbeli helyzet pillanatnyi állapotát a lövedék precessziójának és nutációjának eredője határozza meg.

¹⁹⁷ Kis keresztmetszetű, nagy tömegű és sűrűségű, hegyes orrú, csónaktestű, nagy sebességű lövedék pl.: sokkal mélyebben hatol a célba (annak anyagától függetlenül), mint a könnyű, nagyátmérőjű, puha, lapos orrú lassú lövedék. Azonos alakú és konstrukciójú lövedékek közül annak a behatolása a nagyobb, amelynek magasabb az ϵ_E fajlagos energiasűrűsége (Egerszegi János alkotta viszonzyszám: a becsapódási energia és a lövedék keresztmetszeti felületének a hányadosa [J/mm^2], *összehasonlításra* jól kezelhető mutató!).

¹⁹⁸ pl.: a célra csak az az energia hat, amelyet a cél anyaga elnyel. Áthatoló, vagy visszapattanó lövedék által leadott károsító energia kisebb, mint a lövedék becsapódási energiája. A legjobb átadóképeségű sajnos a rossz ballisztikai kialakítású lövedék

¹⁹⁹ robbanólövedék esetében a repeszhatás távolságfüggése, a robbanási nyomáshullám elhalási jellemzői az adott közegben és térben.

²⁰⁰ a faágtól a személyi páncéltörő, a könnyű fedezéktől a véletlenül arra járó másik emberig minden elképzelhető.

²⁰¹ ennek a mértéke általában korrektül meghatározhatatlan, A jelenlegi általános mesterlövész-felfogás szerint ez az akadály maximum egy általános harci védőmellény lehet a fegyver hatásos lőtávolságának határán.

²⁰² pl.: homogén acélpáncél esetében a Jacob de Marre képlettel.

²⁰³ vizsgálatunk tárgyában maximum a könnyű páncéltörő lövészpáncélosok.

Rendszer bemeneti hibáinak hatását erősíti fel. A **Rendszer** és környezetének kölcsönhatásaiból származó eredői (pontosság, hatásosság) a matematika eszközeivel korrekt módon le nem írhatók, a legtöbb ilyen irányú próbálkozás a valóságban a jóslás kategóriájába sorolható.

Részletesen elemeztem és bemutattam azokat az általános jellemzőket, amelyek együtt hatásban végül is meghatározzák a **Rendszer** pontosságát és hatásosságát. Az így kapott általános követelményeket a következő pontban kívánom a **Rendszer** számszerű követelményeire lebontani.

5. A Rendszerrel szemben támasztható követelmények

A további, most már végső megállapítások, majd következtetések levonása és a számszerű követelmények megadása érdekében még egyszer elemzem a **Rendszer** szereplőit, abból a szemszögből, hogy a **Rendszer** két kimenete a pontosság és a hatásosság milyen követelményeket támaszt velük szemben.

5.1 A Rendszer képességeit meghatározó általános követelmények

Eddigi megállapításaim alapján kijelentem, hogy a **Rendszer** képességeivel szemben a következő követelmények támaszthatók:

5.1.1 A pontosságot illetően:

Elengedhetetlen az *egy lövés–egy találat* képessége, amelyet tudnia kell:

- a) a célobjektum pontos azonosításáig terjedő lőtávolságon;
- b) a célobjektum azon felületrészén, amelyen az alkalmazott lövedék képes a szükséges mértékű károsító energiát a célnak átadni

5.1.1.1 Az *egy lövés–egy találat* képesség követelményének szükségességét azzal bizonyítom, hogy megállapítom, egy mesterlövésznek mindenképpen el kell találnia a célt az első lövésre, mert:

- a célobjektum értesül a támadásról, és ezért ellenintézkedéseket tesz:
 - elmozdul;
 - rejtésbe vonul;
 - visszatámad.
- a célobjektum környezete értesül a támadásról és:
 - a célobjektumot takarásba viszi;
 - visszatámad

mindkét esetben lehetetlenné válik a célobjektum újbóli megcélzása, ami nem csak a feladat végrehajtását akadályozza meg, hanem mindkét esetben – mivel a mesterlövész saját magára vonja az ellenség tüzeit – a *lövész* megsemmisüléséhez vezethet.

- amennyiben a lövedék nem a célobjektumba csapódik, nem lehet kizárni, hogy olyan más objektumot talál el, amely pusztítása valamilyen szempontból kimondottan megengedhetetlen²⁰⁴

ez utóbbi feltétel inkább a rendvédelmi szervek mesterlövészei számára döntő fontosságú, de a katonai rendészeti és békefenntartó műveletekben is érvényesülhet.

²⁰⁴ például egy különleges művelet közben, polgári környezetben

Az **a)** pont követelménye elengedhetetlen, mert csak olyan célobjektumot támadhat a **Rendszer**, amelyről biztosan meg tudja állapítani, hogy támadható-e (illetve támadnia kell-e), vagy sem.

A **b)** pont követelménye sokkal szigorúbb pontossági képességet követel meg a **Rendszertől**, tekintettel arra, hogy az azonosíthatósági távolság szinte minden esetben nagyobb, mint a célobjektum kevésbé, vagy egyáltalán nem védett felületének a biztos eltalálásához szükséges lőtávolság²⁰⁵.

5.1.1.2 Az egy lövés egy találat képesség számszerűsíthető követelménye azt jelenti, hogy a **Rendszer** D_{100} , MoA , vagy ts_{x-y} értékekkel jellemzett képessége, jobb legyen, mint a cél támadható mérete, azaz:

$$P_{Rk} \leq C_{tf}$$

ahol: P_{Rk} : a **Rendszer** pontossági képessége a szórásjellemzőivel leírva;
 C_{tf} : a cél eredményesen támadható felületének a jellemző mérete(i).

5.1.1.3 Az első lövéssel való találat képessége

A pontosság egy lövés–egy találat képességének elemzése során ismertem fel egy további nagyon fontos kritériumot, az első lövéssel való találat képességét, amely nem azonos az előbbi képességgel – alapvetően az R_{fm} részrendszer lövésfolyamat közbeni viselkedése miatt.

Minden ballisztikai gyakorlati méréssel foglalkozó szakember előtt ismert, hogy a szórásképző vizsgálatok során az első vizsgálati lövéscsoport kezdő lövésének találatok nem illeszkedik be a további találatok szórásképebe, olykor olyan mértékben, hogy az a szórásképből kieső találatnak²⁰⁶ tekinthető, ezért a vizsgálatot mindig egy csőmelegítő lövés leadásával kezdik²⁰⁷. Az általános tűzharcban az első lövés pontatlanságának nincs jelentősége, mivel az első nagyon gyorsan számtalan további követi. Olyan tűzharcban viszont, ami a **Rendszerünket** jellemzi, az első lövést második talán nem is követi, vagy csak olyan időn túl, amikor a fegyver csőve visszahűl „hideg” állapotába, továbbá a **Rendszernek** biztosítani kell már az első lövésre is az egy lövés–egy találat képességet. Ugyanakkor épp a képesség követelményéhez fűzött magyarázatomban bizonyítottam be, hogy a **Rendszer** részéről elképzelhetetlen egy vaktában leadott lövés.

Az egy lövés–egy találat képesség a **Rendszer** (kötelezően elvárt) képessége, ugyanakkor a hideg fegyvercső miatti találat eltérés csak a fegyvertől származik és korrigálni viszont csak a lövész tudja kétféle módon:

- az első lövés találatára lövi be a fegyver irányzékát²⁰⁸, és az esetleg szükséges gyors második lövést az általános találati középpont ismert eltérésének mértékében helyesbíti, irányzék állítás nélkül, vagy ha van ideje az irányzékot átállítja erre az új értékre;
- megjegyzi, hogy az első lövés találatok pontosan milyen irányban és mértékben fekszik az általános találati középponttól és irányzékállítást nélküli helyesbítést alkalmaz.

²⁰⁵ Épp a személyi páncélatok, vagy a kollektív védőeszközök elterjedésével merült fel ez a plusz követelmény.

²⁰⁶ amelyik a Tkp -tól a második legmesszebb eső találatnál kétszer messzebb van

²⁰⁷ A jelenséget a cső anyagában, a lövés hatására létrejövő folyamatok okozzák. Köznapi hasonlattal a csőmelegítő lövés szerepe a belső égésű motorok hidegindítási eljárásának feleltethető meg.

²⁰⁸ Ebben az esetben a szórásképző lövése (ami a tkp_{x-y} értékeinek meghatározásához ekkor is elengedhetetlen, mert statisztikai mennyiségről van szó), rendkívül időigényes, mert minden lövést csak hideg csőből lehet leadni.

mindkét lehetőség a *lövész*, nagyfokú mesterségbeli tudását követeli meg²⁰⁹.

A pontosság képességének számszerűsíthető követelményeit az eddigi fejtegetésem alapján a következő adatokkal jellemezném – figyelembe véve, hogy a találati képet jellemző különféle szórás értékek közül csak azok használhatók fel a **Rendszer** számára, amelyek a teljes találati kép leírására alkalmasak. Ezek közül az **D₁₀₀** jellemző, illetve a teljes szórás x – y mérete (ts_x ; ts_y) közvetlenül, a **MOA** közvetetten (kúpszög átszámítása kör sugárra) alkalmas a pontosság megállapítására²¹⁰. Épp a pontosság alapkövetelménye miatt kell mellőzni a szórás általánosan elfogadott (szórás belső sávja, R_{50} , stb.) értékmutatóinak a használatát, mert csak az összes találat térbeli helyzetét bemutató jellemző alkalmas a **Rendszer** képességének az értékelésére²¹¹.

A pontosság részletes elemzése azt mutatta, hogy pontszerű kiterjedésű célra is **biztos találatot** jelentő szórás esetén:

- 7.62 mm-es kaliberben a MOA értéke 100 m lőtávolságon²¹² nem több, mint **0.26**, a szórás által lefedett terület mérete a lőtávolság függvényében lineárisan nő²¹³;
- a teljes szórás D_{100} mérete lőtávolságtól függetlenül nem lehet nagyobb, mint **7.62 mm**, azaz egyenlő a fegyver/lövedék kaliberével.

Mivel a MOA adat 100 m lőtávolságra van megadva megvizsgáltam, hogy egy ilyen pontosság mire elegendő más lőtávokon és arra a következtetésre jutottam, hogy ilyen követelmény mellett eredményesen célozható meg minden ésszerűen szóba jöhető célobjektum²¹⁴. Ennél nagyobb pontosság nem szükséges követelmény, mert a találatok felesleges mértékben fednék le egymást.

A valóságban ilyen mértékű pontosság nem is indokolt és hallatlanul megnövelné a költségeket. Ezért egy fejalak méretű cél biztos eltalálását 600 m-ről lehetővé tevő szórás adatait vettem figyelembe, azaz átváltva a többi értékre és együtt újra megadva a **Rendszer** pontosságának követelményét számszerűsítve a következőnek határozom meg:

ha 600 m céltávolságban a pontosság képessége, a MOA < 1.27, akkor a teljes szórás x – y értéke²¹⁵ (ts_x ; ts_y), továbbá a D_{100} értéke sem lehet nagyobb 222 mm-nél.

Ezzel meghatároztam a **Rendszer** pontossági képességének számszerű határértékét, aminél a pontosság nem lehet rosszabb.

5.1.2 A hatásosság területén

Elemzésem továbbá arra az eredményre vezetett, hogy megállapítottam, a *pontosság* képessége mellett elengedhetetlen, a károsító energia olyan mértékű átadásának a képessége a

²⁰⁹ Mindenesetre megnyugtató tény, hogy ez a jelenség a mesterlövész fegyverek csövének jelentős vastagodásával egyre kisebb mértékű eltérést eredményez.

²¹⁰ A szórásépket legjobban a szórásellipszis ábrázolja, főleg azért, mert a legjobban illeszkedik a találatok által lefedett területre. Alkalmazása mégsem célszerű, mert az ellipszis állásszögét leginkább a lövész pillanatnyi kondíciói határozzák meg, ezért ez az érték nem tekinthető jellemző állandónak. Ez biztosan nem katalógus adat.

²¹¹ Ellentétben az általános lövészfegyverekkel, ahol az R_{50} , vagy az SzK-Mk megfelelő minőségi mutató.

²¹² Ez a távolság általában az összes belövés és mérés egyezményes alaplőtávolsága – puskáknál

²¹³ Ez azt is jelenti, hogy a lőtávolság növekedésével a szórás-követelmény viszont szigorodik, mert a lövedékek széttartása az elméleti röppályához képest a lőtávolság függvényében a lineárishoz képest jelentősebb.

²¹⁴ ez például 600 m céltávolságban még mindig csak egy 46 mm átmérőjű kör által lefedett szórást jelent!

²¹⁵ Ha a szórásépképpel jellegzetesen nem négyzetes ($ts_x \neq ts_y$) akkor a nagyobbik érték nem haladhatja meg a megadottat.

célobjektumnak (azaz a *hatásosság*), hogy az mindenképpen olyan mértékben sérüljön, hogy kikényszerítse a harcból kiválását. Vitathatatlanul tartom, hogy ha a célobjektumot ért találat nem képes kikapcsolni a harcból a célobjektumot, akkor a **Rendszer** szemszögéből az a találat inkább károsnak, mint hasznosnak tekinthető, mert hatásai miatt azonos szituációt produkál, mint egy mellélövés, melynek visszahatásait a *lövészre* az előző alponthoz elemeztem.

A hatásosság követelményeinek számszerűsítése során a következő megfontolásokkal éltem:

- a pontosság követelménye során megadott²¹⁶ lőtávolságon belül a fedetlen élőerő leküzdő képesség végig maradjon meg. Ez a követelmény ezen a lőtávolságon legalább 300 J becsapódási energiát követel meg²¹⁷ a lövedéktől. Az előző alponthoz meghatározott lőtávolság szerint az $E_{b600} \geq 300 \text{ J}$ kell legyen. A szakirodalmi adatok alapján ilyen lőtávolságon a 7-8 mm-es kaliberű **Rendszer lövedékének** mozgási energiája átlagosan a tizedére csökken, emiatt a **Rendszer torkolati energiája** sem lehet kisebb 3000 J-nál ($E_t \geq 3000 \text{ J}$ kell legyen);
- amennyiben az élőerő fedetlen felületének mérete a pontosság adott képessége miatt eredményesen nem található el, akkor a becsapódási energiának olyan mértékűnek kell lennie, hogy ezt az akadályt a **Rendszer** lövedéke olyan energiavesztés mellett törje át, hogy a becsapódási energia ne legyen kisebb a 300 J értéknél. Azonnal felismerhető, hogy ilyen feltételeknek nem felelhet meg az a lövedék, amely épphogy csak teljesíti az előző bekezdés követelményét. Ilyen esetekben csak a lőtávolság csökkentésével lehet eredményesen operálni, illetve speciális áthatoló („páncéltörő”) *lövedék* alkalmazásával, de csak akkor, ha az is kielégíti a **Rendszer** pontossági képességéhez rendelt követelményt;
- lényegesen javíthatja a hatásosságot, ha a *Rendszer másodlagosan károsító energiát* is szállító *lövedéket* alkalmaz, de ezek pontossága nem biztos, hogy megfelel a **Rendszer** pontossági képességéhez rendelt követelményének²¹⁸.

Az elemzésből adódóan a **Rendszer** hatásossági képességére a következő általános számszerűsített érték adható meg:

- a **Rendszer lövedékének** becsapódási energiája $E_b \geq 300 \text{ J}$;
- a **Rendszer lövedékének** torkolati energiája $E_t \geq 3000 \text{ J}$.

Ezzel meghatároztam a **Rendszer** hatásosságának alapértékét.

Elemzésem során még találtam egy olyan számszerűsíthető követelménycsomagot, amely döntően befolyásolhatja a **Rendszer** két legfontosabb képességét, ez a **Rendszer** működő készsége. A következő alponthoz ezt fogom elemezni.

5.1.3 A **Rendszer** működő készsége

A **Rendszer** működő készsége pontosságának és hatásosságának megőrzési képessége – minden reálisan feltételezhető környezeti hatásban és élettartamában.

²¹⁶ a célobjektum azonosítható és eltalálható

²¹⁷ mint ahogy azt a 2. pontban részletesen bizonyítottam. Nem igaz azonban ez a feltétel, ha a lövedék alakja és/vagy anyaga biztosítja a 100%-os energia átadást. Az ilyen lövedékek csak alacsony lőtávolságra alkalmasak.

²¹⁸ meg a nemzetközi szerződések tiltása – bár erről Csecsenföldön és Irakban is mesélhetne, akit érintett

bekezdésben megadott kikötéssel, elemzésem szempontjából konstansnak tekintem és a műszaki fejlesztés eszközeivel nem befolyásolható tényezőként a továbbiakban külön vizsgálni, már nem kívánom.

5.3 A képességet meghatározó követelmények az R_{fm} részrendszert illetően

Az R_{fm} részrendszer elemei – mint ahogy az, az eddigiekből is kitűnhetett – olyan szoros egymásra hatásban állnak, hogy a továbbiakban csak igen indokolt esetben fogom azokat szétválasztva tárgyalni.

Az R_{fm} részrendszer a *humán tényező* jellemzőiből fakadó bemeneti adatokra támaszkodva, legyen képes:

- a rendszer *pontosságát* konstrukciós és ergonómiai megoldásával biztosítani;
- a rendszer *hatásosságát* a károsító energia transzportáló és átadó képességével biztosítani;
- a *lövész* számára a lövésfolyamat előre megkötött számú ismétlését biztosítani, az eredeti pontosság megtartásával;
- a *lövész* számára biztosítani (tömege, mérete, formája, kezelőszerveinek kialakítása és elhelyezése, ergonómiai kialakítása alapján) harci feladatainak maradéktalan ellátását;
- a *lövész* számára minden szélsőséges harci és szolgálati körülmény között biztosítani a kezelhetőséget, a pontosságot és a hatásosságot a tervezett élettartam teljes ideje alatt.

Számszerűsítve tehát az R_{fm} részrendszer legyen képes:

- 1.27 MOA pontosságra a hatásos célzott lőtávolságon belül (pl.: 600 m), és ez a pontosság nem romolhat 2.5 MOA értékre a tervezett élettartamának a végéig;
- legalább 3000 J induló értékű elsődlegesen károsító energia célba juttatására a hatásos célzott lőtávolságon belül és ennek értéke nem csökkenhet 10 %-nál nagyobb mértékben a tervezet élettartam végéire;
- működő készségét őrizze meg a teljes tervezet élettartama során 5 % hibahatáron belül;
- mindezeket a feltételeket teljesítse 233K – 333K hőmérséklet határok között, akár porviharos, monszunesős környezetben is;
- működési módja tegye lehetővé a lövésfolyamat néhányszori, viszonylag gyors (percenként legalább 4-6) ismétlését;
- tömege ne haladja meg a 8 kg-ot, a szállíthatóság és a lövés-impulzus miatt;
- az elsütőbillentyű működtetési erőszükséglete ne haladja meg a 15 N-t;
- az irányzó távcső nagyítása ne legyen kisebb, mint 10-szeres, de csak akkor legyen változtatható, ha a változtatás közben a célzójel képe a távcsőben nem mozdul el. A távcső legyen parallaxis-hiba mentes;
- mindezekben belül:
 - a fegyver η_{kf} értéke a műszakilag elérhető legnagyobb legyen;
 - a fegyver szükség esetén a szállításhoz gyorsan és egyszerűen szét, a használathoz gyorsan és egyszerűen összeszerelhető legyen;
 - a lövedéket magas l/d ; ϵ_{El} ; ϵ_T értékek jellemezzék, hogy megfelelő átütőképességgel rendelkezzen. Speciális esetben a lövedék alakja és/vagy anyaga tegye lehetővé a becsapódási energia 100%-os átadását

a célobjektumnak. Ugyancsak speciális esetben a lövedék másodlagosan ható károsító energiát is szállítson²²¹.

Az R_{fm} részrendszer követelményei egy átlagos lövészkatona alapvető lövészfegyver-lövedék R_f részrendszeréhez képest minőségi ugrást jelent a pontosság (esetleg a hatásosság), de visszalépést a tüzerő (sorozatlövés képességének hiánya) és a kiegészítő önvédelmi képességek (pl.: gránátlövés képességének, a szuronynak a hiánya) tekintetében.

Elemzésemben eddig meghatároztam az R_{fm} részrendszer legfontosabb számszerűsíthető követelményeit. Ezeket az eredményeket kívánom elemzésemben, a továbbiakban összehasonlításra felhasználni.

Azt a következtetést vontam le, hogy az R_{fm} mesterlövész eszközrendszer képességeit tekintve egyrészt minőségi előrelépést jelent a *lövész*, a *pontosság* és a *hatásosság* tekintetében, ugyanakkor *tüzereje* és *önvédelmi képessége* kisebb mértékű, az R_f általános lövész eszközrendszeréhez képest. Emellett az összehasonlítás szempontjából figyelembe kell venni azt a különbséget is, amit a két rendszer feladatai között kimutatható, azaz a **Rendszer** (*mesterlövész eszközrendszer*) specializáltsági foka lényegesen magasabb az *általános lövész eszközrendszer*nél.

6. A „nagykaliberű-mesterlövész” rendszer jellemzői

A szakirodalom tanulmányozása során megállapítottam, hogy a XX. századtól kezdve egészen napjainkig a mesterlövész kaliberre – az egészen extrém esetektől eltekintve – alapvetően a 7–8 mm-es méretség jellemző. Ugyanakkor a század második felének a közepén feltűntek a nehézgéppuska kalibert (12-13 mm) használó hasonló rendeltetésű fegyverek is²²².

Mivel az előző pontban részletesen meghatároztam az R_m mesterlövész eszközrendszer követelményeit. Ebben a pontban már csak a nyilvánvaló (vagy kevésbé nyilvánvaló) különbségekre kívánok rávilágítani, a két kaliber különbségeinek kiemelésével. Elemzésemet a rendelkezésre álló szakirodalmi és dokumentációs adatok alapján végzem, de most is figyelembe veszem az általam tapasztaltakból lesűrhető tanulságokat is.

A legkönnyebben összehasonlítható értékek alapján megállapítottam, hogy a „nagykaliberű-mesterlövész” eszközrendszer (R_N):

- pontossága valamivel rosszabb a hagyományos kaliberének;
- hatásossága legalább a háromszorosa;
- működő készsége jobb²²³;
- torkolati energiája közel 6-szorosa;
- a *lövedékének* a torkolati sebessége közel azonos;
- a *lövedékének* a tömege 6 – 7-szerese, ezek miatt a lövés impulzusa mintegy ötszöröse;
- *lövedékének* az alakja hasonló, de az l/d ; ϵ_{EH} ; ϵ_T értékei jobbak, emiatt jobb a lövedék átütőképessége, alacsonyabb a sebességvesztése (ezáltal az

²²¹ hogy a jogászoknak is legyen dolguk (jó hivatkozási alap lehet az amerikai-német OICW alapvető lövészfegyver 20 mm-es főfegyverének repeszgránátja)

²²² Az okokat a következő fejezetben elemzem.

²²³ a nagyobb teljesítményű „lőporgáz-motor” miatt

energiavesztése), laposabb a röppályája és kevesebb a rövideje az adott lőtávolságon.

- R_N részrendszerének méretei és tömege nagyobbak.

Mindezekből az alábbi következtetéseket vontam le:

- a gyengébb pontossági jellemző nem okvetlenül jelent alacsonyabb képességet, mivel a nagy *lövedék* méret és tömeg, valamint a hatalmas becsapódási energia következtében egy „érintő” találat is kivonhatja a harcból a célobjektumot. Emiatt nem kell ragaszkodni a pl. 600 m-en az 1.27 MOA pontossághoz, az akár a 1.39 is lehet;
- a hatalmas becsapódási energia, a reálisan célozható lőtávolságon belül, még könnyű páncélozott kollektív védelmi objektumok (lövészpáncélosok) leküzdésére is alkalmassá teszi R_N eszközrendszert;
- a legnagyobb problémát a hatalmas lövésimpulzusnak a *lövészre* gyakorolt hatása okozza, amely csillapítatlanul nem csak lehetetlenné teszi az R_N részrendszer pontossági képességének kihasználását, hanem a *lövészt* is súlyosan károsíthatja;
- a nagy fegyvertömeg jelentősen csökkenti a *lövész* harcászati mozgékonyágát.

Végezetül azt a következtetést vontam le, hogy kompromisszumot kell keresni a *lövedék* torkolati energiája, a *fegyver* tömege, valamint a *lövész* fizikai adottságait illetően egyaránt.

A lövés-impulzusból származó hátrahatás egyik közismert és általánosan alkalmazott módja a csőszájfék alkalmazása.

6.1 A csőszájfék kialakításának főbb követelményei

Egy adott torkolati teljesítményű fegyvernek a lövésre való – lövés közbeni – visszahatását csökkentő csőszájfék kialakítás kiválasztásához ismerni szükséges a következőkben felsorolt alapelveket.

Az ismert megoldások szerint a csőszájfék – működési elve szerint – lehet:

- *aktív rendszerű*, amikor a csőfuraton kiáramló löporgázok beleütköznek a csőszájfék megfelelő kialakítású felületeibe (lapátok) és a gázok elöretolják a csőszájféket és ezzel a csövet. Jellemzője a nagyméretű lapátok és az egyszerű szerkezet;
- *reaktív rendszerű*, amikor megfelelően méretezett fordítókamrában a kiáramló gázok mozgásirányát olyan mértékben fordítják meg az áramlási csatorna kialakításával, hogy azok a lövedék sebességvektorának irányához képest bizonyos mértékben visszafordulnak (a gázok kiáramlási sebességvektorának van a lövedék sebességvektorához képest ellentétes előjelű komponense). Sokkal kisebb szerkezeti méretet ad, mint az előbbi, de nagyon bonyolult a fordítókamra kialakítása;
- *kombinált rendszerű*, amikor a két előző elvet együttesen alkalmazzák a konstrukcióban. Jellemzője, hogy a csőszájfék mellső fala lényegesen túlnyúlik a fúvóka síkjánál.

Kialakítása szerint lehet:

- egykamrás, ahol a gázok munkavégző képességét csak egyszeri esetben használják ki;
- többkamrás, ahol a hatásfok növelése érdekében a munkavégző képességet többször is igénybe veszik.

A csőszájfék alkalmazása mindenképpen befolyásolja a fegyver találati pontosságát, mert működése már abban az *átmeneti ballisztikai* szakaszban megkezdődik, amikor a lövedék még nem hagyta el a gázok utóhatásának a zónáját (de a csőtorkolatot már igen). Ebben a zónában minden áramlási rendellenesség hatással van a lövedékre, azaz eltérítő hatással van az ideális röppályához képest, alapvetően az induló szög értékére²²⁴.

Könnyen belátható, hogy ez a hibajel alapvetően függ:

- *a csőszájfék furatának szimmetriájától*, mert ha a lövedék köpenye és a furat palástja közötti rés körkörös nem azonos (legalább 0.05 mm-en²²⁵ belül) akkor a lövedék test mellett előreáramló löporgázok áramlási eltérése miatt erőhatások lépnek fel;
- *a csőszájfék szimmetriájától*, mert ha a lapátok felülete, szöge, térbeli elhelyezése nem szimmetrikus, továbbá a fúvókák keresztmetszete nem azonos, térbeli helyzete nem szimmetrikus, akkor a csőszájfék a fegyvercső tengelyétől eltérítő erők, ezzel a fegyvercsőre ható hajlító nyomatékok lépnek fel, amelyek hatására a kiáramló gázok eltérnek eredeti irányuktól és a lövedék hátsó felületére eltérítő erőkkel hatnak.

Az első feltételből következik, hogy a legnehezebb probléma a csőszájfék kilépő furatméretének meghatározása, mert:

- *ha túl nagy a méret*, akkor túl sok gáz tud elszökni a lövedék és a furat palástja közötti résen és ezzel csökken a munkavégzésre fogható gázmenyiség, azaz végül is a csőszájfék hatásfoka;
- *ha túl kicsi a méret*, akkor a szimmetriahibákból származó hibajelek dominánsabbá válnak.

Mindezekhez figyelembe kell venni, hogy bár a csőszájfék kilépő furatának és a fegyvercső furat torkolatának a tengelye egybe kell, hogy essen, ezt csak bizonyos gyártási tűréssel lehet biztosítani, tehát ideálisan szűk furatot gyakorlatilag nem lehet készíteni.

Bár kétségtelen, hogy a csőszájfék hatásfok növelésének az egyik leginkább elfogadott módja a kamrák számának növelése, de ugyanakkor az előbbiekből következik, hogy ez a megoldás milyen hátrányokkal jár:

- *aktív csőszájfék esetén* a csőszájfék furatai (amelyeken a lövedék áthalad) nem lehetnek azonos méretűek (lövésirányban bővülnek), emiatt (valamint a már oldalirányban eltávozott gázok nélkülözése okán) egyre kevesebb lesz a munkavégzésre fogható gázenergia. Az ideális furatsor megtalálása csak hosszadalmas kísérletezéssel lehetséges (háromnál több kamrás aktív csőszájfék nem is igen van);
- *reaktív csőszájfék esetén* sok kamrát kell használni a megfelelő hatásfok eléréséhez, de csak abban az esetben tartható a megkívánt²²⁶ találati

²²⁴ mind magassági, mind oldalszögben

²²⁵ nem szabad elfelejteni, hogy ez már egy **eredő** méret. A gyártási tűrés javításával viszont az előállítási költségek hatványozottan nőnek

²²⁶ mesterlövész pusktól megkívánt

pontosság, ha – ideális esetben – a lövedék végig (a csőszájfékben is) a huzagolt csőfúratban haladna. Ennek egyik megvalósult formája a Solothurn rendszerű csőszájfék, amelynél a csővégre rákovácsolják a csőszájfék testét is és együtt alakítják ki a huzagolt csőfúratot, majd készítik el a hasáb alakú fúvókákat. Kérdéses azonban, hogy a lövedékköpeny milyen sérüléseket szenved, amikor a fúvókák és a csőfúrat áthatási élein keresztül préselődik²²⁷. A probléma áthidalására születtek a henger alakú csőszájfékek palástján több sorban körkörös kialakított fúvókák, de ezzel meg az a gond, hogy a föld felé nézők jelentős mértékben felferik a port²²⁸, jelentősen zavarják a lövő tevékenységét²²⁹;

- feltehetően a hatásfok javítása és a pontosság megőrzése érdekében alakították ki a lengyelek azt a háromkamrás csőszájféküket, amelynél a kamrák reaktivitása a lőirány felé egyre csökken²³⁰.

Elmondható tehát, hogy a kaliber (és ezzel együtt a torkolati energia) növelésével egyre inkább szükségessé válik a csőszájfék, mint fékező elem alkalmazása, de ez általában a pontosság képességének rontásával jár. Csak nagyon drága technológia alkalmazásával lehet az elviselhetőség és a pontosság között a megfelelő összhangot megteremteni.

A *nagykaliberű-mesterlövész* rendszerek vizsgálatához tartozik annak elemzése is, hogy az utóbbi néhány évben előtérbe kerültek az úgynevezett köztes (7.62 – 12.7 mm közötti) kaliberű **R_K** részrendszerek. A legelterjedtebbek, mind Európában, mind a tengeren túl, a .338 Lapua Magnum töltény lövedékét tüzelő fegyverek, de az USA mind erőteljesebben nyomul a 400 kaliberekben (pl.: 408 CheyTac). Ezek közös jellemzője a 7.62 mm-esnél lényegesen nagyobb, de a 12.7 mm-esnél kisebb torkolati energiával induló rendkívül jó ballisztikai tényezőjű lövedék, amely legalább 2000 m-ig a hangsebesség felett repül és jelentős mértékű károsító energiát képes a becsapódáskor hordozni, bár a kedvező lövedékalak miatt az energiaátadó képessége rosszabb, mint a hagyományos alakú puskalövedékeké. Pontosság képessége is kiemelkedő. A torkolati energia miatt mindenképpen szükség van a csőszájfékre, de a hátrahatás ebben a kalibersávban kisebb, mint a 12.7 mm-esé. Emiatt csökkenthető a fegyver tömege és csökken a lövész terhelése is. A nagykaliberű mesterlövész eszközrendszer alapkáliberének is elképzelhető a jelenlegi uralkodó 12.7 mm-es kaliber leváltására (bár azt helyettesíteni, csekélyebb hatásossága miatt nem tudja).

Összefoglalva ebben a pontban megállapítottam, hogy, a „*nagykaliberű-mesterlövész*” **R_N** eszközrendszer alkalmazása a harcászati mozgékonyság csökkenése és a humán tényező emelt fizikai követelményeit illetően visszalépést jelent az eddig megszokott **R_m** eszközrendszerhez képest, de a *hatásosságot* illetően nem lépést, hanem hatalmas ugrást jelent.

²²⁷ Mindenesetre a jelentősebb fegyvergyárak (pl.: Barrett Firearms Inc USA) már nem alkalmazzák ezt a megoldást.

²²⁸ mint már közöltem, a kiömlő furatok (fúvókák) csak szimmetrikusan helyezhetők el, ugyanakkor a szükséges nagy fúvókaszám miatt egyszerűen nem lehet irányokat kizárni, csak a csőszájfék hosszának drámai megnövelése árán, ami megint nem igazán járható út.

²²⁹ ideális a vízszintes síkban kivezetet gázokat alkalmazó csőszájfék.

²³⁰ Ennek valódi hatását nem ismerem, lőtéri vizsgálaton tudnám csak értékelni.

Elemzésem eredményeinek összefoglalása:

A mesterlövész, ezen belül a *nagykaliberű-mesterlövész* tűzharc eszközrendszerének elemzésével:

- a harc legáltalánosabb leírásából kiindulva, elméleti megfontolások alapján a kört egyre szűkítve, meghatároztam a mesterlövész harcának szegmensét;
- egy lövész–fegyver–lövedék **R** eszközrendszert állítottam fel, annak minden kölcsönhatásával egyetemben, külön kiemelve az **R** eszközrendszerből az **R_f** fegyver–lövedék részrendszert, mint olyat, amely a technikatudomány eszközeivel befolyásolható;
- vizsgálatomat a funkcióanalízis eszköztárával hajtottam végre az elemek és funkcióik meghatározásával, összehasonlításával, majd a kölcsönhatások mindenoldalú feltárásával;
- elemzéssel eljutottam a mesterlövész-harc jellegzetességeivel meghatározott **R_m** eszközrendszerhez és **R_{fm}** részrendszerhez (melyet konkrét számértékekkel írtam le), és a szükséges mértékben összehasonlítottam az elemzésem tárgyát képező „*nagykaliberű-mesterlövész*” **R_N** eszközrendszer **R_{fN}** részrendszerével;
- felismertem, hogy a lövészkatona és alapvető lövészfegyvere alkotta **R** eszközrendszer **R_f** részrendszere (a fegyver és a lövedéke) az elmúlt száz-százhusz év folyamán – energetikai megközelítésben – semmiféle előrelépést nem mutat (a haditechnika forradalmi léptékű fejlődése mellett sem), és ezt a felismerést bizonyítottam is. Ugyanakkor épp az energetikai megközelítés felhasználva tártam fel azokat az irányokat (pl.: ***β*** típusú lövedék, **a**, és **c–e** típusú transzportálás, **M** típusú károsító energia használata, stb.) amelyektől radikális megújulás várható.

A mesterlövész harcos, mint állománykategória, az MH szervezeti rendszerében olyan új, hogy sem alkalmazásának, sem kiképzésének módoszatai még nincsenek kellőképpen kidolgozva. Ugyanakkor az MH már rendelkezik modern mesterlövész fegyverekkel a hagyományos (7.62x51 mm-es NATO kaliberű Szép féle M1/M2) és a nagykaliberű (12.7x107 mm-es GEPÁRD M1) kategóriákban egyaránt, amelyek képességei lehetővé teszik azok alkalmazását minden NATO követelmény szerint is. Az illetékes szakembereknek csak ki kellene dolgozni a szükséges kiképzési okmányokat²³¹.

²³¹ de nem az Egységes Lövészeti Szakutasításban foglaltakra alapozva, mert azzal egy polgári lövészegyletet sem lehetne vasárnapi örömlövészetre és sörbajnokságra sem felkészíteni. Ugyanis a mesterlövész szakmához csak azok értenek, akik ezt valahol huzamosabb ideig gyakorolhatták is, akár számtalan éles bevetésen, csak meg kell keresni a megfelelő hazai szakembereket.

LÖVEDÉKEK ÖSSZEHASONLÍTÓ TÁBLÁZATA²³²

Kaliber Lövedék típus	7.62 x 54R (38M)			12.7 x 107			0.50 Br ²³³ API M8
	LPSz	B32	D	B32	BZT-44	MDZ-3	
m _l [g]	9.6	10.3	11.7	48.5	44	38.1	40.3
l _l [mm]	32.3	38.15	33.4	64.6	64.5	54.3	n.a.
d _l [mm]	7.92	7.92	7.92	13 ^{-0.05}	13 ^{-0.05}	13 ^{-0.05}	12.96
A _l [mm ²]	49.3	49.3	49.3	132.7	132.7	132.7	131.9
l/d	4.07	4.82	4.22	4.97	4.96	4.18	-
ε _T [g/mm ²]	0.195	0.209	0.237	0.366	0.332	0.287	-
ε _{Elt} [J/mm ²]	6.694	n.a.	n.a.	15.3	n.a.	n.a.	n.a.
v _t [m/s]	830	810	783	820	818	882	888
E _t [kJ]	3.34	3.38	3.59	17.11	14.72	14.82	15.9
L _m [m]	3970	n.a.	n.a.	7720	n.a.	n.a.	n.a.
L _{lt} [m]	1300	n.a.	n.a.	2000	1000	n.a.	n.a.
E _{blt} [kJ]	0.33	n.a.	n.a.	2.03	n.a.	n.a.	n.a.
L _p [m]	640	n.a.	n.a.	800	n.a.	n.a.	n.a.
L _{sub} [m]	~880	n.a.	n.a.	~1580	n.a.	n.a.	n.a.
t _{r1000} [s]	2.12	n.a.	n.a.	1.61	n.a.	n.a.	n.a.
h _{r100} [cm]	2	n.a.	n.a.	2	n.a.	n.a.	n.a.
pct ₁₀₀ [mm]	6	15	7	25 ⁺	15 ⁺	6 ²³⁴⁺	20 ⁺
pct ₆₀₀ [mm]	n.a.	8 ⁺⁺	n.a.	15 ⁺	10 ⁺	6 ⁺	<10 ⁺

Jelölések:

LPSz	: teljesköpenyes, könnyű acélmagvas lövedék
B32	: teljesköpenyes, páncéltörő-gyújtó lövedék, (a lövedék csúcsa fekete-piros)
D	: teljesköpenyes, nehéz ólommagvas lövedék (a lövedék csúcsa sárga)
BZT44	: teljesköpenyes, páncéltörő-gyújtó-fényjelzős lövedék (a lövedék csúcsa lila-piros)
MDZ3	: teljesköpenyes, robbantó-gyújtó lövedék (a teljes lövedék piros)
M33	: teljesköpenyes páncéltörő-gyújtó lövedék (a lövedék csúcsa fehér-kék)
m _l	: a lövedék tömege
l _l	: a lövedék hossza
d _l	: a lövedék átmérője
l/d	: a lövedék hosszának és átmérőjének aránya
A _l	: a lövedék legnagyobb keresztmetszete
ε _T	: a lövedék fajlagos keresztmetszeti terhelése (= m/A _l , de használják = m _l /d _l ² alakban is)
ε _{Elt}	: a lövedék fajlagos energiasűrűsége a lőtábla szerinti maximális lőtávolságon (= E _{blt} /A _l)
v _t	: a lövedék torkolati sebessége
E _t	: a lövedék torkolati energiája
L _m	: a lövedék maximális repülési távolsága ideális csőemelkedésnél
L _{lt}	: a lövedék lőtábla szerinti maximális lőtávolsága
E _{blt}	: a lövedék becsapódási energiája a lőtábla szerinti maximális lőtávolságon
L _p	: a lövedék pásztázott lőtávolsága 1.7 m magas célra
L _{sub}	: az a távolság, ahol a lövedék a hangsebesség alá (a szubszonikus tartományba) lép
t _{r1000}	: a lövedék rövideje 1000 m távolságra
h _{r100}	: a lövedék röppálya magassága 100 m lőtávolságon
pct ₁₀₀	: a lövedék páncélatütő képessége 100 m-en
pct ₆₀₀	: a lövedék páncélatütő képessége 600 m-e

²³² a külön nem jelölt értékek a szabályzatban, gyártási dokumentációban, katalógusban megadottak középértékei

²³³ a 0.50 Browning kaliber azonos a 12.7 x 99 NATO kaliberrel

²³⁴ páncél átrobbantó képesség (~ø 40 mm lyuk képződött)

⁺ Táborfalván mért értékek (a páncéltörő képesség 800 m-en mérve, orosz minőségű páncélon [BTR-50 oldal])

⁺⁺Egerszegi János mérése alapján

Megjegyzések a táblázat adataihoz:

1. A feketével kiemelt értékek mutatják a legjobban a 12.7 mm-es kaliber lövedékének fölényét a 7.62 mm-eshez képest.
2. A 12.7 mm-es MDZ-3 lövedékről szinte sehol sincs hozzáférhető adat, csak amit a 12.7 mm-es töltény oroszból honosított gyártási dokumentációjához csatolt kiegészítő skicc tartalmaz, valamint azok a hatásadatok, amelyeket a lövedékkel Táborfalván mértünk a nyolcvanas évek végén. Az oroszok a lövedéknek a létét a mai napig is tagadják²³⁵!
3. A 12.7 mm-es BZT-44 lövedék fényjelző elegye a gyártási dokumentáció szerint 1000 m lőtávolságig ég, hatásos lőtávolságát is ennyinek vettem, mert ennél nagyobb távolságon nem felelne meg a rendeltetésének.
4. Az MDZ-3 lövedék páncéltörő képessége nem függ a lőtávolságtól, mert *másodlagosan ható károsít energiából* származik, ami a lőtávolságtól független.
5. A 12.7x99 mm-es NATO lövedéknél adatai között hatásadatok a saját táborfalvai méréseimből származnak.
6. A NATO kaliberű lövedékekre egy forrás²³⁶ a következő páncéltűtési adatokat adja meg:

- *M2 (páncéltörő):*
 - 200 m 22.9 mm
 - 600 m 12.7 mm
 - 1500 m 5.1 m
- *M8 (páncéltörő-gyújtó):*
 - 500 m 16 mm²³⁷
 - 1200 m 8 mm
- *M20 (páncéltörő-gyújtó-fényjelzős):*
 - 500 m 21 mm
 - 1200 m 11 mm
- *M33 (45.8 g-os ólomlövedék):*
 - 500 m 8 mm
 - 1200 m 4 mm
- *M903 (leváló köpenyes - SLAP²³⁸):*
 - 500 m 34 mm
 - 1200 m 23 mm

²³⁵ Jó példa erre a 2004. évi párizsi EUROSATORY 2004 kiállítás, ahol az orosz kiállító területen – vitrinben – bemutatták a teljesen vörösre festetett lövedékű 12.7 mm-es töltényt, de visszautasították a feltételezést, hogy az MDZ-3 lenne, pedig a szabványos orosz jelölés szerint annak kellett volna lennie (bár a szemük egy kicsit azért megremeg).

²³⁶ www.inetres.com/gp/military/infantry/mg/50_ammo.html

²³⁷ Az adatokat a 45'' csőhosszúságú GEPÁRD M1B fegyverből történt saját méréseimmel összevetve, valamint figyelembe véve, hogy az orosz páncél ellenállóbb, mint a szabványos NATO páncéllemez, nem találtam lényeges ellentmondást a páncéltörő képességet illetően.

²³⁸ Saboted Light Armour Penetrator

Felhasznált irodalom:

Clausewitz Károly: A háborúról; Athenaeum Irodalmi és Nyadai R.-T. Kiadása 1917 második kiadás (reprint Göttinger kiadó Veszprém 1999. 400. számozott példány)

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

Keagan John: A csata arca; LAP-ICS 2001

Keagan John: A hadviselés története; Corvina 2002

Keagan John: A maszk; (évsz. nélk.)

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

O'Connel Robert L.: A kard lelke; Gold Book (évsz. nélk.)

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; Haditechnikai füzetek IV. – a HM Technológiai Hivatal kiadványa 2003.

Löfe/109. 7.62 mm-es Dragunov távcsöves puska anyagismereti és löutasítása; Honvédelmi Minisztérium kiadása 1978.

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

Таблицы внешней Баллистики для артиллерии²³⁹ – Москва 1955

²³⁹ Az úgynevezett „GAU” tábla a lövedék sebesség és/vagy alaktényező számítására.

Gary's U.S. Infantry Weapons Reference Guide: .50 Caliber Browning (12.7 x 99 mm)
Ammunition; http://www.inetres.com/gp/military/infantry/mg/50_ammo.html

CONJAY AMMUNITION FOR USE IN ARMOUR TESTING;
<http://www.conjay.com/Ammunition%20for%20Armor%20Testing%20NATO%2050%20Browning.htm>

.50 Browning Machine Gun Cartridge;
http://www.hickokfamilygenealogy.com/50_BMG_Cartridge.html