

Dr. Földi Ferenc\* – Dr. Piroska György\*\*

# A „Longest Kill 2017” igazságügyi fegyverszakértői értékelése

2017-ben a kanadai Globe and Mail hírforrás [1] számolt be egy szinte hihetetlen lőtávolságú halálos találatról, amelyet a kanadai különleges műveleti erők mesterlövésze ért el Irakban, egy 3540 méter távolságban lévő, merényletre készülő ISIS terrorista leküzdésével. A mesterlövész a cikk szerint McMillan TAC-50 puskával, és feltehetően a puskával járatos Hornady.50 BMG Match™ töltény A-MAX® lövedékével érte el ezt az eredményt.

Az eset hamar bejárta a világhálót. Azt hiszem minden, a mesterlövész szakmában kicsit is járatos szakember fantáziáját megmozgatta a történet valóságtartalma.

Igazságügyi fegyverszakértőként és a nagy űrméretű, mesterlövész Gepárd M1-es puska tervezőjeként (valamint a Gepárd fegyvercsalád fejlesztő-vizsgáló csapat vezetőjeként), most kizárólag tudományos alapon kívánok a kérdéssel foglalkozni. Vizsgálni kívánom a lövedék *hatásosság képességét* (a becsapódási energiáját) a célban, a *pontosság képességét*, és mindezeket a környezeti viszonyok befolyását. Mindezekhez a vizsgálatokhoz a tárgyban írt tanulmányaimban foglaltakat ([2] – [5]) kívánom elsősorban felhasználni, természetesen a lőtéren és harcászati gyakorlatokon végrehajtott lövészeim során a nagy űrméretű mesterlövész és a romboló puskákkal szerzett gyakorlati tapasztalataimmal (legalább tízezer lövés) együtt.

Előre kell bocsátanom, hogy nem az eredeti történet harcászati-műszaki szempontból való cáfolata volt a célom, hanem lehetőségeim és tudásom mértékében leásni a történet fizikai valóságához.

Dr. Piroska György úr szerzőtársammal – aki több évtizeden keresztül a Haditechnikai Intézet ballisztikai szakembereként dolgozott és szakmai ismeretei vitathatatlanok – a következő kérdésköröket szándékoztuk körbejárni:

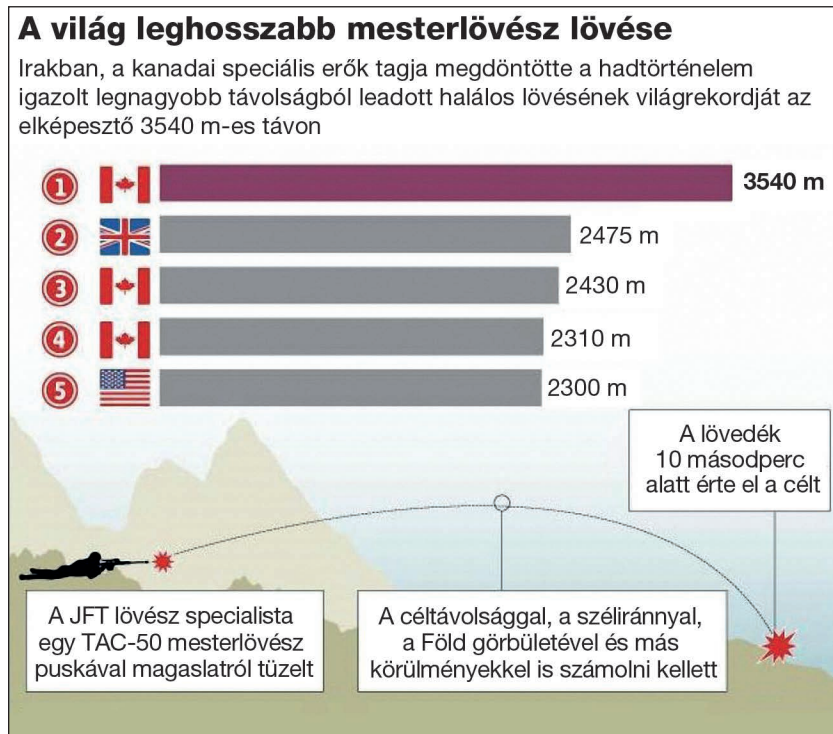
- volt-e a lövedéknek elégséges mozgási energiája 3540 m-en, hogy mozgás-, vagy harcképtelenné tegye a célszemélyt?
- Meg voltak-e a műszaki feltételei a találat elérésének adott fegyver-lövedék rendszer esetén?

Válaszainkat a következőkben fogalmazzuk meg:

## 1. A HALÁLOS TALÁLAT LÖVEDÉKÉNEK BECSAPÓDÁSI ENERGIÁJA

*Alapvetés:* A biztos harcképtelenné tevő becsapódási energia nem lehet kevesebb 250 J értéknél. Egy a sebesülési

1. ábra. A nevezetes lövésről készült vázlat a kanadai Globe and Mail lap nyomán [1]



**ÖSSZEFOGLALÁS:** A közelmúlt elhíresült és a katonai történelemben a világsúcsnak számít, legtávolabbi megerősített halálos lövésnek minősített kanadai mesterlövész által kiváltott lövést kísérel meg a cikk két igazságügyi fegyverszakértő szemszögéből értékelni.

**KULCSSZAVAK:** távlövés rekord, kanadai mesterlövész, mesterlövész puska, mesterlövész töltény

**ABSTRACT:** Recently became the world record for the longest confirmed kill shot in military history, made by Canadian sniper. Two Hungarian Justice weapons experts attempt to analyse this story from a ballistics perspective.

**KEY WORDS:** Record kill shot, Canadian sniper, sniper rifle, match ammunition

\* Dr. Földi Ferenc PhD, ny. ezredes, NKE Katonai-Műszaki Doktori Iskola, igazságügyi fegyverszakértő. ORCID: 0000-0002-0513-8493

\*\* Dr. Piroska György PhD, igazságügyi fegyverszakértő végezte a küllballisztikai számításokat és látta el az írást a szükséges ballisztikai adatokkal. ORCID: 0000-0001-6097-5801

traumákat elemző mű [6] részletesen ismerteti, hogy a második világháború tapasztalatai alapján a fő hadviselő nemzetek milyen mértékűre értékelték saját katonáik ellenálló képességét. A skála igen tág határok között mozog, például a franciák 40 J, a szovjetek 240 J értékűre adták meg a katonáik harcképességét megszüntető becsapódási energiát. Ezek figyelembevételével elemzésünk során minimálisan 250 J kinetikus energiával rendelkező lövedéket tekintünk elégségesnek. Az Afganisztánban a nyolcvanas években folyó háború, és a jelenlegi harcok tapasztalatait elemezve talán joggal feltételezhető, hogy a közel-keleti harcosok tűrőképessége sem lehet rosszabb, mint a szovjeteké volt. Ezért felső mértéknek – némi rátartással – a közölt energiameennyiséget adtam meg.

Ebből kiindulva, most már a konkrét küllballisztikai adatok tükrében, a Hornady A-MAX® 750 gr, azaz 48,6 g tömegű lövedéke [7] a 250 J becsapódási energiát mintegy 102 m/s becsapódási sebesség mellett szolgáltatja. A pályamenti sebességi adatok szerint a lövedék, a maximális (~7200 m) lőtávolságban ezt a sebességet meghaladja (184 m/s)<sup>1</sup>. A lövedék pályamenti kinetikus energiája maximális lőtávolságban is több mint háromszorosa (823 J) a szükséges becsapódási energiának. Ebből következik, hogy a lövedéket nem lehet olyan nagy vízszintes távolságra ellőni, amelyen belül ne őrizné meg ölképességét. A vizsgált céltávolságban a mozgási energia legalább 1388 J, amely elégséges a célszemély harcképtelenné tételéhez.

Összefoglalva kijelenthető, hogy a hivatkozott lövedék 3540 méter lőtávolságban egyértelműen képes halálos sebzés kiváltására.

## 2. A TALÁLAT VALÓSZÍNŰSÉGE

Milyen pontosságú *fegyver-töltény részrendszer*<sup>2</sup> szükséges a biztos találat eléréséhez?

A [2] tanulmányomban megkísérleltem a mesterlövész *pontosság* képesség követelményeit számszerűsíteni; megfogalmaztam, hogy a *biztos találat* nemzetközileg elfogadott kritériuma, hogy a *pontosság képesség* MOA-ban<sup>3</sup> kifejezve megfeleljen az adott lőtávolságon a cél eredményesen támadható felületének. Képletben kifejezve ezt a követelményt<sup>4</sup>:

$$MOA = 2 \cdot 60 \cdot \arctg\left(\frac{500 - d_k}{L \cdot 10^5}\right) = 120 \cdot \arctg\left(\frac{s_{cél}}{35 \cdot 10^5}\right), \quad (1)$$

ahol:

500 az emberi test szélessége mm-ben kifejezve  
 $d_k$  a lövedék űrméreti átmérője mm-ben = 12,7 [1; A találatok megítélése szakaszban]

$L$  a céltávolság hektométerben = 35,4

$s_{cél} = \frac{(500 - 12,7)}{2} \sim \frac{488}{2} = 244$  mm (a szóráskép talpkörének a sugara).

Ezekkel az adatokkal:

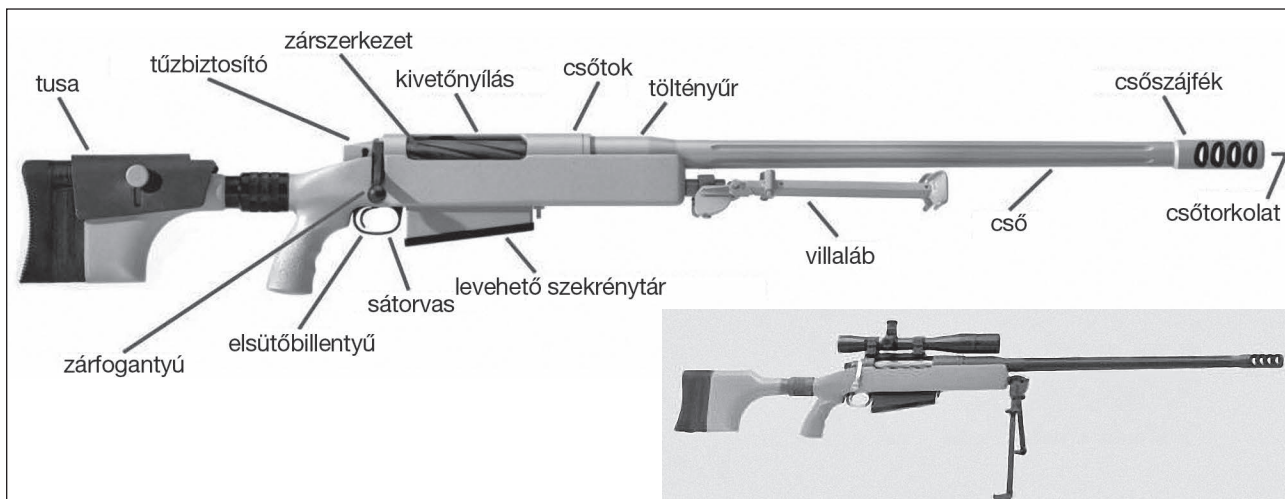
$$MOA = 120 \cdot \arctg\left(\frac{244}{35,4 \cdot 10^5}\right) = 0,474 \quad (2)$$

Ugyanígy, az oldalnézetű emberi test legalább 250 mm méretére vonatkoztatva  $s_{cél} = 118$  mm, ebből a MOA nem lehet rosszabb, mint 0,24.

Nem lehet semmiféle műszaki, és/vagy küllballisztikai érveléssel tagadni a találat lehetőségét ilyen lőtávolságon sem, ugyanakkor a céltolt lövés *biztos találat*a (mesterlövészeknél hatásos találat az első lövésre) legalább is kétséges, mert:

- kiemelkedően precíz fegyver szükséges (bár nem kizárt: mert az [1] szerint ez a McMillan TAC-50-es puska volt, amelyik valóban kiemelkedik a mezőnyből);
- kiemelkedően precíz töltény szükséges (ez sem zárható ki, például a McMillan cég is elsősorban a Hornady A-MAX®-ot ajánlja ehhez a puskához);
- a három és fél kilométeres röppályán azonosan homogén légnemű közeg szükséges, hogy a lövedék a célször beállított röppályát járja be a célíg;
- a pontos (*biztos*) találat négy alapfeltétele a fegyver, a lövedék, a lövész megfelelése és a légnemű közeg stabil állapota. Az adott esetben a pontosság azt jelenti, hogy a felsorolt elemekből összeállt rendszereredő pontossága nem lehet rosszabb (0,5 méter átlagos célszélességet alapul véve), mint ~0,48 MOA, a (2) képlet eredménye alapján. Meg kell jegyezni azonban, hogy az összefüggés nem lineáris, a lőtávolság függvényében a röppályák némiképp széttartanak. Ez az elemzés is csak akkor igaz, ha a célszemély éppen merőlegesen a lőirányra áll, de ha a lövőnek oldalt fordulva, akkor a 0,24 MOA alapján, a 100 méteres a szórásképnek már csak 7 mm átmérőjű kört, ami már nem esik messze az egy találat ütötte lyuk 6,35 mm-es féltátmérőjétől;
- az sem elhanyagolható szempont hogy – az [5] forrás alapján –, a lövedék mintegy 10 másodperc alatt járta be a röppályát. Ennyi idő alatt a célszemély biztosan nem marad teljesen mozdulatlan. Kiszámítható, hogy a test szinte természetesnek tekinthető, legalább ±1 fokos kilengése mellmagasságban már 206 mm-rel csökkenti a célfelület  $s_{cél}$  méretét a függőleges szimmetriatengelyhez képest, ezzel javított MOA képességet követel meg a humán és műszaki eszközrendszerrel;
- a legfontosabb adat a pontosság képesség megítéléséhez, hogy a MOA értékkel jellemzett szóráskép talpkör középpontja milyen mértékben tér el a célfelület függőleges szimmetria vonalától. Ezeket az eltéréseket is le kell vonni az  $s_{cél}$  nagyságából. Nos, ez a tény is csökkenti a biztos találathoz mindenképp szükséges MOA értéket, akár a felére is;
- ezen a távolságon a lövedék oldalgása több méter lehet (az orosz 12,7 B32 lövedéké már 2000 m-en is 1,19 m a lőtábla szerint [9; 6. Táblázat 209. o.]), amit az adott céltávolságra és meteorológiai viszonyokra érvényesen csak lőkísérletek során elvégzett mérésekkel lehet meghatározni;
- mindezek felett a megfelelő szóráskép mellett a biztos találat alapvető követelménye a lőtávolság nagyon pontos ismerete. Ennek a hiányában hiába érkezne oldalban a cél tengelyébe a lövedék, nagyon könnyen előfordulhat, hogy az elrepül a cél felett, vagy előtte csapódik a talajba;
- kiváló látási viszonyok szükségesek végig a lővonalon. Irakban, a *nem helyi lakosoknak* a hőséget csak amiatt lehet elviselni, mert folyamatos a légmozgás (egyszerűbben folyton fúj a szél), emiatt viszont a szálló por és a talajmenti légrengés mindent elfed, homályosan tesz csak láthatóvá – főleg ekkora távolságban. Hazai gyakorlatban a táborfalvai nyári időjárás és talajviszonyok mellett már 1200 méter távolságban is legalább egy célszélességet ugrált a célkép az irányzójel függőleges vonala körül, a meleg levegő feláramlása miatt;
- a fegyver optikai irányzéka külön bekezdést igényel. Az irányzék nagyítása és felbontása extrém kell, hogy legyen. Nem találtam adatot, hogy például egy Leupold VX-6 7-42×56 céltávcső, amelyik talán még valóban használható ezen lőtávolságra, milyen vonalpár/mm





2. ábra. 12,7 x 99 mm-es NATO McMillan TAC50 mesterlövész puska [8]



3. ábra. Hornady 50 BMG Match™ töltény 750 gr A-Max® lövedékkel és metszete [7]

felbontással rendelkeznek, azaz a 3500 méter távolságból mi ismerhető fel, és mi azonosítható a látómezőben. Birtokolok azonban egy Bresser ZOOM 20–60x60 Spektívet. Ezzel a műszerrel és a Google Earth™ programmal végzett 3500 méteres tereptárgy felvételekkel, a csókakői vár mellvédjéről – háromlábas fix állványról – végeztem néhány mérést a felismerhetőség megállapítására. Délelőtt, hátfényben, napsütötte páramentes időben, fehérre meszelt házfal háttérrel. A következőket tapasztaltam:

- o 42-szeres nagyítással egy sötét emberalak felismerhető, de nem azonosítható,
- o 60-szoros nagyítással ugyanezen emberalak felismerhető, de továbbra sem azonosítható,

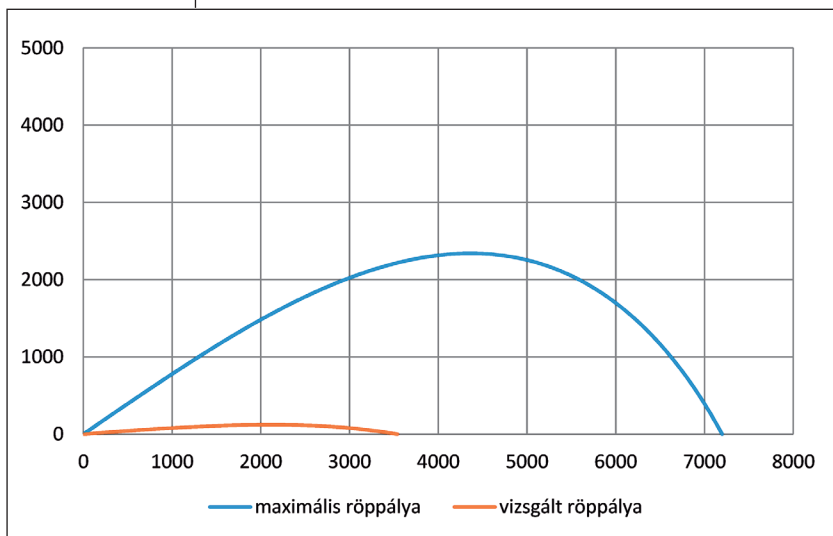
ugyanakkor, a mesterlövész feladatvégzésben a célpont azonosítása elengedhetetlen. Ebben az esetben a lövész honnan tudta ki a célpont, és milyen háttér előtt lőtt? A vázlat alapján a talaj jöhetett szóba, amely nem a legjobb kontrasztot biztosítja. Feltehető, hogy a lövést egy közeli helyzetű kiegészítő ember látta el információkkal;

– az optikai irányzó távcső beállításának alapfeltétele, hogy az oldal és a magassági beállító kerék egy kattánásra hány tized vonásra mozdítja el a célkereszt középpontját, azaz milyen finomsággal lehet beállítani a löszöget, amely a lőtávolságot határozza meg. Ezen a lőtávolságon az igen precíznek számító egytized vonás (00-00,1 ~ 0,36 MOA) beállítási határérték már közel 0,35 m eltérést visz a becsapódási pont helyzetébe (lásd: 3.2 pontban).

### 3. A KÜLLALISZTIKAI SZAKÉRTŐ ÉSZREVÉTELEI

A megadott és a hozzáférhető adatok birtokában az első lépésként meghatároztam a lövedék röppályájának leglényegesebb numerikus adatait, amelyek alkalmasak voltak a fontosabb következtetések levonására. Ezeket az adatokat egyrészt a röppálya-görbék megrajzolásában, másrészt a jellemző pontok táblázatos közlésével tettem áttekinthetővé.

#### 3.1. AZ A-MAX® LÖVEDÉK RÖPPÁLYÁI



4. ábra. A lövedék röppályáinak képe (a kék a maximális, a barna a 3540 m-es lőtávolság)



1. táblázat. A röppályák főbb jellemző numerikus adatai

Vizsgált röppálya						
x (m)	y (m)	z (m)	v (m/s)	$\phi$ (fok)	t (s)	Megjegyzés
0,00	0,00	0,00	823	5,10	0,00	Torkolat
2108,00	122,83	0,00	321	0,00	4,22	Tetőpont
3537,02	0,23	0,00	239	-10,80	9,47	Végpont
Maximális röppálya						
0,00	0,00	0,00	823	38,52	0,00	Torkolat
4363,20	2341,32	0,00	158	-0,01	17,76	Tetőpont
5219,84	2181,65	0,00	147	-21,38	23,60	Min. sebesség
7198,26	1,00	0,00	184	-64,83	42,08	Végpont

y (m) Röppálya magassági koordináta; x (m) Röppálya lőirányú koordináta;  
z (m) Röppálya oldalási koordináta; v (m/s) Röppályamenti sebesség;  
 $\phi$  (fok) Röppálya állásszög; t (s) Röpidő

### 3.2. AZ INDULÓSZÖG VÁLTOZÁSÁNAK HATÁSA A BECSAPÓDÁSI PONT HELYZETÉRE

Adott fegyver – lőszer – lövész rendszer esetén, adott meteorológiai és földrajzi feltételek között a lövedék által befutott röppálya a csőfurat tengelyének a vízszintessel bezárt szögétől, a lőszögtől függ. Ebből következik, hogy a röppálya bármely pontjának x-y koordinátája is a lőszög függvénye. Feltételezve, hogy megfelelően kicsiny  $\delta$  lőszögváltozás esetén a röppálya alakváltozása elhanyagolható, az a csőtorkolati pont körül  $\pm\delta$  értékkel forgatható. A 3500 méteres röppályát 00-00,1 (egytized vonással) elforgatva, a becsapódási pont helyzetében közel 0,35 méter magassági változást eredményez.

A fenti feltételek mellett megvizsgálva, hogy a pontlövés mellett milyen pásztázás adódik, azt kapjuk, hogy a közel 3500 méteres céltávolság térségében, 1,7 méter magas cél esetén a pásztázási távolságtartomány mindössze 9 méter, azaz legfeljebb ekkora távolságmérési hibát lehetne megengedni.

A fegyver műszaki megvalósításából adódik, hogy ha a villaállvány talppontjához képest a váltámasz magassági helyzete 0,1 mm-rel megváltozik, akkor ez önmagában 00-00,13 lőszögváltozást, azaz a közel 3500 méteres távolságban 0,45 méter becsapódási pont magasságváltozást eredményez.

### 3.3. A METEOROLÓGIAI FELTÉTELEK VÁLTOZÁSÁNAK HATÁSA A BECSAPÓDÁSI PONT HELYZETÉRE

A meteorológiai hatások közül a lőirányú, és az oldalszélnek, a légköri hőmérsékletnek valamint a légnyomásnak van jelentős hatása a röppályára.

Ha például 0,5 m/s-os, a lőiránnyal 45°-os szöget bezáró, az egész röppályán állandó nagyságú szellőt feltételezünk, akkor a becsapódási pont magassága közel 0,3 méterrel az oldalgás 1,8 méterrel változik meg a közel 3500 méteres lőtávolságon.

### 3.4. A LŐELEMZÁMÍTÁS PONTOSSÁGI KORLÁTAI

A közel 3500 méteres lőtávolság esetén a cél eltalálása vagy szerencse dolga, vagy a sikeres lövés megkísérlése elképzelhetetlen ballisztikai számítógép igénybevétele nél-

kül. A lőelemek kiszámításához viszont igen pontosan kell megadni:

- a fegyver-lőszer rendszer műszaki adatait, elsősorban az induló szöghibát, a lövedék kezdősebességét, tömegét, átmérőjét, alaktényezőjét (a használt légellenállás függvényre vonatkozóan), esetleg hosszát, és a fegyvercső huzagemelkedését;
- a tüzelőállás és a célpont egymáshoz viszonyított elhelyezkedését, tengerszint feletti magasságát, esetleg földrajzi szélességét;
- a légkör pillanatnyi állapotára vonatkozó adatokat, úgymint szélesebesség, lőirányra vonatkoztatott szélirány, légnyomás, léghőmérséklet.

Ebből az adathalmazból határozza meg a ballisztikai számítógép a lőszöveget és az oldalszöveget, amelyet vagy a lövészt manuálisan állít be a céltáv-

csövön, vagy az automatikusan állítódik be az irányzó eszközön.

A bemenő adatok közül a fegyver-lőszer jellemzők kielégítő pontossággal megadhatók. A geodéziai adatok már nehezebben, mivel – álló alak méretű célt feltételezve – az egymáshoz viszonyított helyzetet mind távolság, mind magasság (vagy célhelyszög) tekintetében legalább  $\pm 0,5$  m pontossággal kellene megadni, ami napjaink lézer távmérőivel és GPS vevőivel is kérdéses. Legnagyobb probléma a meteorológiai adatokkal van, hiszen a pillanatnyi adatokat a várható röppálya mentén végig kellene ismerni, ami gyakorlatilag nem biztosítható, legfeljebb feltételezhető. A közepes, esetleg becsült adatokkal a számítás eredménye mindenképpen csak közelítő érték lesz.

### 3.5. ÖSSZEZŐ ÉSZREVÉTEL

A TAC-50-es fegyverből .50 BMG Match™ töltény A-MAX® lövedékével leadott sikeres lövés minden elismerést megérdemel, de az eredmény inkább a szerencsének köszönhető, mint a fegyver-lőszer-lövész rendszer és az azt támogató felderítő-lőelemzámító segédrendszer sikeres működésének.

### ÖSSZEZÉS

Az a megalapozott véleményünk, hogy bár műszaki tudományok eszközkészletével nem lehet az esemény bekövetkeztét kizárni, de elfogadható valószínűség melletti reprodukálhatósága bizonyosan kizárható.

Nem tartjuk reálisnak azt a lehetőséget sem, hogy a fegyvert egy olyan kívülről vezérelt, merev állványba fogták fel, amely:

- fokozatmentesen lett volna képes állítani a csőfurat tengelyének magassági és oldalszögeit;
- lehetővé tette volna, hogy a fegyvercső legalább 4 ms ideig kizárólag a csőfurat tengelyében tudjon csak hátrasiklani (a csőtengely térbeli kimozdulás megakadályozása miatt);
- kellően merev kialakítása nem engedte volna meg a fegyverre ható káros rezgések kialakulását a lövésfolyamat alatt;
- tökéletesen össze lett volna hangolva az optikai irányzó-műszerrel és egyéb célzást segítő műszerekkel;



A történet nem kétségbe vonható, azonban egy ilyen lövés reprodukálásának matematikailag igen csekély a valószínűsége.

A hír megjelenése óta sorra jelennek meg a világhálón hírek az ezt a lőtávolságot is meghaladó pontlövésekről [10], amint az amúgy várható is volt.

## FORRÁSOK

- [1] Canadian elite special forces sniper makes record-breaking kill shot in Iraq <https://www.theglobeandmail.com/news/politics/canadian-elite-special-forces-sniper-sets-record-breaking-kill-shot-in-iraq/article35415651/> [2018.02.12.];
- [2] Földi Ferenc: Gondolatok a pontosságról. Hadmérnök, 2006. 1. évf., 1. szám [http://www.hadmernok.hu/archivum/2006/1/2006\\_1\\_foldi2.html](http://www.hadmernok.hu/archivum/2006/1/2006_1_foldi2.html);
- [3] Földi Ferenc: Gondolatok a hatásosságról. Hadmérnök, 2006. 1. évf., 3. szám [http://www.hadmernok.hu/archivum/2006/3/2006\\_3\\_foldi2.html](http://www.hadmernok.hu/archivum/2006/3/2006_3_foldi2.html);
- [4] Földi Ferenc: Gondolatok a használhatóságról. Hadmérnök, 2006. 1. évf., 3. szám [http://www.hadmernok.hu/archivum/2006/3/2006\\_3\\_foldi1.html](http://www.hadmernok.hu/archivum/2006/3/2006_3_foldi1.html);
- [5] Földi Ferenc: Gondolatok a fegyverek szerepéről a harcban. Hadmérnök, 2006. 1. évf., 1. szám. [http://www.hadmernok.hu/archivum/2006/1/2006\\_1\\_foldi1.html](http://www.hadmernok.hu/archivum/2006/1/2006_1_foldi1.html);
- [6] Karl G. Seiller–Beat P Kneubuehl: Wound Ballistics. Elsevier Science B.V., Asterdam, 1994.
- [7] 50 BMG 750 gr A-max® MatchTM; <https://www.hornady.com/ammunition/rifle/50-bmg-750-gr-a-max-match#!/> [2018.06.20.];
- [8] McMillan Owners Manual Final; [http://www.mcmillanfirearms.com/wp-content/uploads/psc-pdf-manager/36\\_MAC-1307-TAC-50-OWNERS-MANUAL-FINAL.PDF](http://www.mcmillanfirearms.com/wp-content/uploads/psc-pdf-manager/36_MAC-1307-TAC-50-OWNERS-MANUAL-FINAL.PDF) [2018.06.20.];
- [9] Руководство по 12,7-мм пулемету „Утес” (НСВ – 12.7). Ордена Трудового Знамени Военное Издательство Министерства Обороны СССР; Москва – 1978; „Секретно” mi-nősítéssel.;
- [10] New long range shooting record - 3720 yards. YouTube. Közzététel: 2015. máj. 8. [https://www.youtube.com/watch?v=t5m\\_vBSAFoA](https://www.youtube.com/watch?v=t5m_vBSAFoA) 2018.06.20].

## JEGYZETEK

- 1 A McMillan TAC-50-es puska veszélyzónája 5,5 mérföldes, (~8,8 km), de ez – a lövedék felpattanás miatt – mindig nagyobb a maximális lőtávolságnál [8; Part 2 10. 7 p.].
- 2 A fogalom magyarázatát lásd: [2]-ben részletesen kifejtve.
- 3 MOA, Minute of Angle, a.m. szögperc, annak az egyenes kúpnak a nyílásszöge, amely talpkörének sugara nem nagyobb, mint a célfelület legkisebb méretének a fele, ha a talpkör és a célfelület geometriai középpontja egybeesik. Nem azonos jellemző a magassági és oldalirányzasi szög szögpercben kifejezett értékével.
- 4 [2]: a [3] jelű képlet.

(A diagramot és a táblázatot dr. Piroksa György készítette, eredeti ábrák magyar feliratozása, fotók dr. Földi Ferenc gyűjteményéből.)

## HM ZRÍNYI TÉRKÉPÉSZETI ÉS KOMMUNIKÁCIÓS SZOLGÁLTATÓ KÖZHASZNÚ NKFT.

Telephely: 1024 Budapest II., Szilágyi Erzsébet fasor 7–9. • 1276 Budapest 22, Pf. 85 • +36 (1) 336-2030 • [www.topomap.hu](http://www.topomap.hu) • [hm.terkepzeset@topomap.hu](mailto:hm.terkepzeset@topomap.hu)



- Topográfiai térképek
- Faksimile térképek
- Atlaszok, város- és autótérképek
- Falitérképek
- Szabadidőtérképek
- Légiforgalmi térképek
- Munkatérképek
- Dombortérképek
- Digitális térképészeti adatbázisok
- Egyéb digitális termékek
- Légifilmtári szolgáltatások

- **PrePress – Nyomdai előkészítés**
  - szöveg-, grafika- és képfeldolgozás, kiadványszerkesztés
  - ellenőrző nyomatok, digitális proofok előállítása
  - bel- és kültéri tablók, bannerek nyomtatása
  - hagyományos és elektronikus montírozás, színrebotás
  - nyomóformák előállítása nyomdai filmről, illetve CTP-technológiával
- **Gyorsokszorosítás**
  - színes és fekete-fehér másolás/nyomtatás 350 x 487 mm méretig
- **Press – Nyomtatás**
  - ofsetnyomtatás négy-, illetve hatszínnyomó gépeken, 89 x 126 cm méretig
- **PostPress – Kötészeti feldolgozás**
  - felületmeseítés fóliázással, laminálással 167 cm szélességig
  - hajtogatás, spirálozás, sorszámozás
  - összehordás, irkakészítés, ragasztókötés
  - kasírozás, táblakészítés, aranyozás
  - szortiment könyvkötészet
- **Vákuumformázás**
  - vákuumformázó szerszámok, terepszaltek előállítása CNC-technológiával
  - vákuumformázás

### ÜGYFÉLSZOLGÁLAT ÉS TÉRKÉPBOLT:

1024 Budapest II., Filler u. 14.  
 ☎ +36 (1) 212-4540 • [ugyfelszolgalat@topomap.hu](mailto:ugyfelszolgalat@topomap.hu)  
 Nyitva tartás: hétfő–péntek 9.00–15.00

NYOMDAI GYÁRTÁSELŐKÉSZÍTÉS: ☎ +36 (1) 336-2035