

Szabó Tibor alezredes:

A TÁBORI TŰZÉRSÉG FEJLESZTÉSÉNEK SZÜKSÉGESSÉGE A LŐELEMENK MEGHATÁROZÁSI PONTOSSÁGÁNAK NÖVELÉSE SZEMSZÖGÉBŐL

ÖSSZEFOGLALÓ: A teljes előkészítés és végső soron minden előkészítési mód pontossága attól függ, hogy a lövészet és tűzvezetés előkészítésekor milyen pontossággal tudjuk meghatározni a lőtáblázati vagy másképpen normál löv viszonyoktól való eltéréseket. A szerző tanulmányában levezeti a teljes előkészítés összegzett hibái kiszámításának lépéseit. A hibaforrások középső hibáinak súlyaránya megállapítását követően meghatározza az M109A6 Paladin önjáró löveggel történő lövészet esetén a részhibák súlyarányait, majd javaslatot tesz a lehetséges technikai beszerzések sorrendjére is.

KULCSSZAVAK: teljes előkészítés pontossága, különböző előforduló hibák, technikai eszközök beszerzésének prioritása, időjárásjelző állomás, lokátorok, giroszkopikus elven működő bemérőeszközök

A teljes előkészítés pontossága a lövészet és tűzvezetés előkészítése során elkövetett véletlen hibák sorozatának összességétől függ. A teljes előkészítés végrehajtásakor az alábbi területeken követhetünk el véletlen hibákat:

A cél helye (koordinátái) meghatározásánál elkövetett hibák;

- a bemérés hibái;
- a meteorológiai előkészítés hibái;
- a ballisztikai előkészítés hibái;
- a technikai előkészítés hibái;
- a löelemek (kiszámított elemek) meghatározásának számítási hibái.

A hibaforrások nagyságának meghatározására a véletlen hibák – különböző nagyságuk és előjeleik következtében – nem alkalmasak. Ezért meg kell határozni a lövészet előkészítésébe bevont technikai eszközöket (műszereket) és az alkalmazott eljárásokat jellemző *középső hibák* értékét. Ahhoz, hogy megfelelő következtetéseket vonhassunk le az összegzett középső hibából, illetve az összetevőiből, meg kell határoznunk azt, hogy az egyes összetevők (hibaforrások) milyen arányt képviselnek az egészben. Az egyes hibaforrások hányadát az adott hibaforrás középső hibája négyzetének a teljes előkészítés összegzett középső hibája négyzetéhez viszonyított arányával tudjuk kifejezni. Ezt az arányt az adott hibaforrás *súlyának* nevezzük. A hibaforrások súlyarányának vizsgálatát követően a lehetséges technikai beszerzés prioritásai jól meghatározhatók.

*

Pirosföld és Kékföld között fegyveres konfliktus tört ki. A pirosföldi kormány a veszélyeztetett térségbe egy manőverdandárt vezényelt. A manőverdandár közvetlen tűztámogatását a szervezetszerű vontatott tüzérosztály hajtja végre. A felderítőszervek információi alapján a támogatott manővererőkkel szemben a kék fél egy, legfeljebb kettő önjáró útege tevékenykedik. A közvetlen támogatóosztály parancsnoka nyugodt, hiszen tudja, hogy alegysége jó és kiváló normaidőre képes a harcrendet elfoglalni és elhagyni, illetve a megszábtott tűz-

feladatokat végrehajtani. A 6–15 éves tűzértishti tapasztalatokkal rendelkező parancsnoki állomány tagjai megfelelő szakmai ismeretek birtokában vezetik alegységeiket. Csúpan az aggasztja őket, hogy mivel a pirosföldi haderő nem rendelkezik időjárásjelző állomásokkal, így a löelemek meghatározását a belövőlöveg adatainak alapján kell megszervezniük. Tehát a tűzfeladatok megkezdése előtt a tüzelőállás-körletet lövések kiváltásával fel kell fedniük.

A belövőlöveg ideiglenes tüzelőállásból 3 rögzítőpont létesítésére kap parancsot. A belövőlövegnek kiadott „Harctól!” vezényszóval egy időben az ellenség oldaláról tüzérségi tűz moraja hallatszik. Az egyperces tűzcsapásban a belövőlöveg és kezelőszemélyzete megsemmisül. Az osztályparancsnok azonnal megérti, hogy az ellenség tüzeszköz-felderítő lokátorokkal rendelkezik. A harci nap folyamán a tüzelőállásokban tűzcsapást végrehajtó tűzszakaszokra a tűzmegnyitást követően a két fél részéről 2-3 percen belül azonnal ellentűz zúdul. Ami az osztályparancsnokot meglepi, az az ellentűz sebészi pontossága. Tehát az ellenség irányított tüzérségi lövedékekkel is rendelkezik! A másfél napos harctevékenységgel végrehajtása után a piros fél 18 löveges tüzerosztályából csak 3 löveg maradt.

A fenti harcászati szituáció jól tükrözi azt a feltételezett helyzetet, amikor két olyan fél keveredik egymással katonai konfliktusba, amelyek között legalább 20-25 év a technikai színvonalkülönbség. Az alkalmazói tapasztalat, a vezetői-szakmai rutin csak ideig-óráig kelhet versenyre a túlzott technikai fölényben lévő ellenséggel.

A tábori tüzérség a manővererők alapvető tűztámogató eszköze. A tábori tüzérség mint tüzérségi rendszer négy alrendszerre osztható. Ezek a következők:

- A célfelderítés (célmeghatározás) eszközei, amelyek a tüzérségi rendszer „szemei”.
- A tüzérségi tüzeszközök (fegyverrendszer) és löszerek mint a rendszer „öklei”.
- A vezetési és tűzvezetési alrendszer, amely a rendszer „idegrendszere”.
- A logisztikai alrendszer, amely a rendszer működési feltételeinek alapvető biztosítója.

Magát a fogalmat, a rendszer jellegű felosztást és vizsgálatot, egy 1996-ban megjelent külföldi szakcikk alapján két tudományos kutató, Felházi Sándor őrnagy és Szabó Tibor őrnagy (utóbbi e tanulmány szerzője) ültette át a magyar katonai terminológiába. 1996 és 2000 között az adott témákban – gyakorlatilag az alrendszerek teljes körű vizsgálatára alapozva - négy doktori értekezés született. A magyar tüzérség technikai korszerűsítésével kapcsolatosan, elsősorban szervezeti szintű megközelítést alkalmazva, több tudományos tanulmány jelent meg.

A különböző lőtávolságokon és különböző tölteteken végrehajtott lövészet folyamán a tüzérség tüzének pontosságát egyrészt az alkalmazott löelem-meghatározási mód pontossága, illetve az adott töltetre vonatkozó szórásértékek jellemzik.

A tanulmányban a tüzérség *technikai fejlesztésének prioritásait* az egyes technikai eszközök (műszerek) és eljárások – a *tüzérségi tűz pontosságára* történő – kihatása alapján értékelem. A számításokat a NATO-tagállamok tüzérségénél és a Magyar Honvédségben alapvető löelem-meghatározási módnak számító, a *teljes előkészítés* (TEK) hibarendszerének bemutatásával támasztom alá.

A TELJES ELŐKÉSZÍTÉS PONTOSSÁGA

A teljes előkészítés és végső soron minden előkészítési mód pontossága attól függ, hogy a lövészet és tűzvezetés előkészítésekor milyen pontossággal tudjuk meghatározni a lőtáblázati vagy másképpen a normál löviszonyoktól való eltéréseket. A teljes előkészítés pontosságát a lövészet előkészítése során alkalmazott technikai eszközök (műszerek) és eljárások determinálják. A teljes előkészítés pontossága a lövészet és tűzvezetés előkészítése során elkövetett *véletlen hibák* sorozatának összességétől függ. Véletlen hibának nevezünk azokat

a hibákat, amelyek – mivel több hibaforrás egymásra gyakorolt hatásának eredményeként jelentkeznek – minden új mérésnél új, véletlen értékkel bírnak.

„Középső hibának nevezzük azt a hibát, amely abszolút értékre nézve nagyobb, mint a növekvő vagy csökkenő sorrendben elhelyezett összes hibák felének bármelyike, és kisebb, mint az összes hibák másik felének bármelyike.”¹

A löelemek meghatározásának összegzett hibáit felírhatjuk úgy, mint az egyes munkafolyamatok során elkövetett, egymástól független hibák összegét:

$$X_{te} = X_{bem} + X_{cél} + X_{ball} + X_{met} + X_{tech} + X_{szám}$$

$$Z_{te} = Z_{bem} + Z_{cél} + Z_{met} + Z_{tech} + Z_{szám}$$

Ebben az értelemben:

X_{te}, Z_{te} = A teljes előkészítés pontosságát jellemző hiba távolságban és oldalban.

X_{bem}, Z_{bem} = A bemérés pontosságát jellemző hiba távolságban és oldalban.

X_{ball} = A ballisztikai előkészítés pontosságát jellemző hiba távolságban.

X_{met}, Z_{met} = A meteorológiai előkészítés pontosságát jellemző hiba távolságban és oldalban.

X_{tech}, Z_{tech} = A technikai előkészítés pontosságát jellemző hiba távolságban és oldalban.

$X_{szám}, Z_{szám}$ = Az elkövetett számítási (kerekítési) hibák távolságban és oldalban.

A fentiek alapján az összegzett középső löirányú hiba nagyságát tehát az alábbi összefüggések adják (1. képlet):

$$E[X_{te}] = \sqrt{E^2[X_{bem}] + E^2[X_c] + E^2[X_B] + E^2[X_M] + E^2[X_{tech}] + E^2[X_{kisz}]}$$

1. képlet. Az összegzett középső löirányú hiba meghatározása

Az összegzett középső oldalirányú hiba nagyságának meghatározása a 2. képlet alapján történik:

$$E[Z_{te}] = \sqrt{E^2[Z_{bem}] + E^2[Z_c] + E^2[Z_M] + E^2[Z_{tech}] + E^2[Z_{kisz}]}$$

2. képlet. Az összegzett középső oldalirányú hiba meghatározása

A cél helye (koordinátái) meghatározásánál elkövetett hibák

A cél koordinátáinak meghatározásakor távolsági és oldalirányú hibát követünk el, amely véletlen hibák a térképtávolság, illetve a térképoldal értékeit fogják befolyásolni. E hibaforrás két részből tevődik össze:

- a cél koordinátái meghatározásánál elkövetett hiba;
- a cél magasságának meghatározásánál elkövetett hiba.

Azt, hogy a koordináta meghatározásánál milyen nagyságú véletlen hibát vétünk, előre nem tudjuk meghatározni. Azt viszont igen, hogy milyen várható, középső hibát követhetünk el. A középső hiba összetevői és nagysága eszköz- és eljárásfüggő. Az MH-ban rendszeresített ID11 lézertáv mérő, illetve a NATO-tagállamokban rendszeresített korszerű mozgócél-felderítő lokátorok középső hibája távolságban és oldalban 15–20 méter.

A tűzeszköz-felderítő lokátorok középső hibája 15 kilométeres előremetszési távolságig nem haladja meg a 30–45 métert, míg 15 kilométer felett a hiba a mérési távolság 0,35–0,40%-át képezi. A cél magasságának meghatározásakor elkövetett hiba grafikus módszer

¹ Tamás Attila: A löelemek előkészítése teljes, rövidített és becsülő előkészítéssel, 138.

alkalmazása esetén a koordináta helytelen felvitele vagy a magasság helytelen meghatározása során keletkezik. Ha magasságot képlet alapján határozzuk meg, a cél terepszögének mérésekor, illetve kerekítések végrehajtásakor követhetünk el hibát. A célmeghatározás pontosságát jellemző közepső hiba jelölése: E_{c_0}

Ezek alapján a cél helye meghatározásánál *lőirányban* elkövetett közepső hiba a 3. képlettel határozható meg:

$$E_{[X_c]} = \sqrt{E_{[X_{c_0}]}^2 + (E_{[\delta_{hc}]} \cdot \text{ctg}\omega)^2}$$

3. képlet A cél helye meghatározásának lőirányú közepső hibája

Ahol:

X_{c_0} = a cél koordinátái meghatározásának közepső hibája;

$X_{\delta_{hc}}$ = a cél magassága meghatározásának közepső hibája;

$\text{ctg}\omega$ = a becsapódó szög kotangens értéke.

A cél helye meghatározásánál *oldalirányban* elkövetett közepső hiba gyakorlatilag megegyezik a cél koordinátái meghatározásának közepső hibájával ($E_{[Z_{c_0}]}$), és a 4. képlettel határozható meg:

$$E_{[Z_c]} = E_{[Z_{c_0}]}$$

4. képlet A cél helye meghatározásának oldalirányú közepső hibája

A bemérés hibái

A tüzelőállás bemérésének feladatát a tüzérség lő- és tűzvezetési szabályzata² a következőképpen fogalmazza meg:

- a vezérlőveg koordinátáinak meghatározása;
- a vezérlőveg tengersizint feletti magasságának megállapítása;
- a vezérlőveg alapirányba való tájolóása.

Ebből adódik, hogy az alábbi hibaforrásokkal kell számolnunk:

- a tüzelőállás koordinátáinak meghatározásakor elkövetett hibák ($X_{TÁS}$; $Z_{TÁS}$);
- a tüzelőállás magassága meghatározásakor elkövetett hiba ($\delta h_{TÁS}$);
- a vezérlőveg tájolásában elkövetett hiba ($\delta_{táj}$).

A tüzelőállás koordinátáinak meghatározásában elkövetett hibának lő- és oldalirányú hatása van, ezért általában a körkörös közepső hibát használjuk ($E_{[TÁS]}$). A geodéziai alapon, tájolóműszerrel végrehajtott koordinátameghatározás közepső (körkörös) hibája 3–5 méter, míg ha a bemérés 1:50 000 méretarányú térkép alapján történik, abban az esetben 25 méter a jellemző hiba. Amennyiben a tüzelőállás koordinátáit bemérőgépkocsival határozzuk meg – az irányadójának bekapcsolása vagy pontosítása óta kevesebb mint 20 perc telt el, a menetvonal nem több, mint 3 km –, a közepes hiba értéke 15 méter. Tehát megállapítható, hogy a tüzelőállás bemérésének lőirányú közepső hibáját ($E_{X_{bem}}$) a tüzelőállás bemérésének és a tüzelőállás magassága meghatározásakor elkövetett hiba ($\delta h_{TÁS}$) összege adja (5. képlet).

² Tü/1. A tüzérség lő-és tűzvezetési szabályzata (osztály, szakasz, löveg), 24.

$$E_{[X_{\text{bem}}]} = \sqrt{E_{\text{TÁS}}^2 + \left(E_{[\delta_{\text{h}_{\text{TÁS}}]}] \cdot \text{ctg}\omega \right)^2}$$

5. képlet A tüzelőállás bemérésének löirányú közepső hibája

A bemérés *oldalirányú közepső hibáját* a tüzelőállás bemérésének és a vezérlőveg alapirányba tájolása közepső hibájának összege adja. Ha a tájolóirányt giroszkopikus módszerrel (pl. giroteodolit) határozzuk meg, a közepső hiba 0,2–0,3 vonás, ha a PAB-2A tájolóműszer azimutális toldatával, 0–02 vonás, míg a PAB-2A tájolóműszer mágnesűje segítségével eléri a 0–04 vonást. Meghatározása a következő képlettel történik:

$$E_{[Z_{\text{bem}}]} = \sqrt{E_{\text{TÁS}}^2 + \left(E_{\delta_{\text{táj}}} \cdot 0,001T_t^c \right)^2}$$

6. képlet A tüzelőállás bemérésének oldalirányú közepső hibája

A METEOROLÓGIAI ELŐKÉSZÍTÉS HIBÁI

Arra kell törekedni, hogy a tájolóirányt a lehető legpontosabb módszerrel határozzuk meg. Az oldalirányú hiba kis lőtávolságon ugyan nem jelentős, de a lőtávolság növekedésével egyre nagyobb értékkel bír (*1. táblázat*). A táblázatot tanulmányozva azonnal szembetűnő, hogy ha a tájolóirányt a PAB-2A tájolóműszer mágnesűje segítségével határozzuk meg, 15 kilométeres lőtávolság felett már a *tüzelés célkitűzése csak részben teljesül*.

1. táblázat A tájolóirány-meghatározás egy közepső hibájának kihatása a lövedék céltól való oldaleltérésére (Készítette: a szerző)

Lőtávolság Tájolóirány meghat. módszere	5 km	10 km	15 km	20 km	25 km
Giroszkopikus módszer	1,25 m	2,5 m	3,8 m	5 m	6,2 m
PAB-2A azimutális toldata segítségével	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
PAB-2A tájolóműszer mágnesűje segítségével	20 m	40 m	60 m	80 m	100 m

„A meteorológiai előkészítés végrehajtásakor meghatározzuk azokat az időjárási viszonyokat, amelyek eltérnek a táblázati (normál) löviszonyoktól. A mérés és a számítások során véletlen hibákat követünk el. De nem csak ez az egy hibaforrás jelentkezik. Nem tudunk minden időpillanatban szondázni, hanem csak bizonyos időközönként. A két szondázási idő között változnak a meteorológiai viszonyok, amelyeket nem tudunk meghatározni és így figyelembe venni sem. A harmadik hibaforrás a tüzelőállás (végső soron a röppálya) és az időjelző állomás közötti távolságból, magasságkülönbségből adódik, mivel a két helyen nem teljesen azonosak az időjárási viszonyok. A meteorológiai előkészítés hibáinak kiszámításakor alapvetően csak az első hibaforrás csoport hatását tudjuk meghatározni. Az utóbbi kettő az időjárás-jelentés elvülési idejének kiszámításánál játszik döntő szerepet.”³ A meteorológiai előkészítés pontosságának értékelésekor a következő tényezőket kell számba venni:

³ Tamás Attila: A löelemek előkészítése teljes, rövidített és becsülő előkészítéssel. Egyetemi tankönyv, ZMNE nyomda, Budapest, 2000, 148.

- a talaj menti légnyomáseltérés meghatározásának hibája a tüzelőállás szintjén;
- a levegő-hőmérséklet ballisztikai eltérésének meghatározási hibája;
- a ballisztikai szél lő- és oldalirányú összetevőinek meghatározásánál elkövetett hibái.

A meteorológiai előkészítés *lőirányú pontossága* a ballisztikai szél lőirányú összetevőinek, a levegőhőmérséklet ballisztikai eltérésének és a légnyomás eltérésének a tüzelés pillanatára vonatkozó adatai megállapításának véletlen hibái és a lőtáblázatban a lőtáblaszerű viszonyoktól való egy egységnyi érték szorzatainak összege alapján, a 7. képlet segítségével határozható meg:

$$E_{[X_m]}^2 = (0,1\Delta X_{sz} \cdot E_{[\delta X_{sz}]})^2 + (0,1\Delta X_t \cdot E_{[\delta X_t]})^2 + (0,1\Delta X_p \cdot E_{[\delta X_p]})^2$$

7. képlet A meteorológiai előkészítés lőirányú közepső hibájának meghatározása

δX_{sz} = lőirányú szél meghatározásának véletlen hibája;
 δX_t = a levegőhőmérséklet-eltérés meghatározásának véletlen hibája;
 δX_p = a légnyomás-eltérés meghatározásának véletlen hibája.

$0,1 \Delta X_{sz}$, $0,1 \Delta X_t$, $0,1 \Delta X_p$ = a lőirányú szél, a levegő hőmérséklet és a légnyomás lőtáblaszerű viszonyoktól való egy egységnyi eltérés értéke.

A közepső hiba nagysága függ a tüzelőállásnak az időjárásjelző állomástól való távolságától és a számcsoportok összeállítása óta eltelt időtől is. A számítások azt mutatják, hogy a ballisztikai szél és levegő-hőmérséklet szempontjából a 25 km-es távolságkülönbség megfelel 1 óra időtartamnak. Vagyis ha a tüzelőállás 25 km-re van az időjárásjelző állomástól, az annyit jelent, mintha 1 óra eltelt volna a számcsoport összeállítása óta. A légnyomáseltérésre vonatkozóan ez az érték 50 km.

A meteorológiai előkészítés *oldalirányú pontosságát* a ballisztikai szél oldalirányú összetevőinek véletlen hibái és a lőtáblázatban a lőtáblaszerű viszonyoktól való egy egységnyi érték szorzatának összege adja. Meghatározása a 8. képlet segítségével történik

$$E_{Z_m} = 0,1\Delta Z_{sz} \cdot E_{[\delta Z_{sz}]} \cdot 0,001T_c^c$$

8. képlet A meteorológiai előkészítés oldalirányú közepső hibájának meghatározása

Ahol:

$0,1 \Delta Z_{sz}$ = az oldalirányú szél lőtáblaszerű viszonyoktól való egy egységnyi eltérésértéke;
 $E_{[\delta X_{sz}]}$ = az oldalirányú szél meghatározásának véletlen hibája.

A ballisztikai előkészítés hibái

A ballisztikai előkészítés során meg kell határozni a lövedék összegzett kezdősebesség-eltérését, a töltethőmérsékletet és a lövedék egyéb ballisztikai jellemzőit, amelyek eltérnek a táblázati (normál) viszonyoktól. Nyilvánvaló, hogy a ballisztikai előkészítés hibái is ezekből a tényezőkből tevődnek össze. Vagyis:

- a lövedék összegzett kezdősebesség-eltérésének megállapításában elkövetett hiba;
- a töltethőmérséklet eltérésének megállapításában elkövetett hiba;
- a lövedék egyéb ballisztikai jellemzőinek megállapításában elkövetett hiba.

A fenti munkafolyamatok során (a különböző mérések végrehajtásakor) szintén véletlen hibákat követünk el. Ezek összegzett hatását úgy állapíthatjuk meg, ha a véletlen hibaér-

tékeket megszorozzuk a lőtáblázatban szereplő, a normál löviszonyoktól történő eltérések egy egységnyi értékével (9. képlet).

$$\delta X_B = \Delta X_{V_0} \cdot \delta X_{V_0} + 0,1 \Delta X_T \cdot \delta X_T + \delta X_{I_{\text{öv}}}$$

9. képlet. A ballisztikai előkészítés véletlen hibáinak meghatározása

δX_B : A ballisztikai előkészítésnek a tüzelés pillanatában ható összegzett véletlen hibája.

ΔX_{V_0} : A lövedék összegzett kezdősebesség-eltérésének egy egységnyi eltérésértéke a normál löviszonyoktól.

ΔX_T : A töltethőmérséklet egy egységnyi eltérésértéke a normál löviszonyoktól.

δX_{V_0} ; δX_T ; $\delta X_{I_{\text{öv}}}$: a lövedék összegzett kezdősebesség-eltérésének a töltethőmérséklet és a lövedék ballisztikai jellemzőinek különbözőségéből adódó, a tüzelés pillanatában fellépő véletlen hibái.

Tehát a ballisztikai előkészítés pontosságát jellemző közepső hibát a következő módon határozhatjuk meg:

$$E_{[X_B]}^2 = \left[\Delta X_{V_0} \cdot E_{\delta X_{V_0}} \right]^2 + \left[0,1 \Delta X_T \cdot E_{\delta X_T} \right]^2 + \left(0,3 \cdot \Delta X_p \right)^2$$

10. képlet A ballisztikai előkészítés közepső hibájának meghatározása

Oldalirányú hibával nem kell számolni, mert a ballisztikai előkészítés folyamán fellépő hibák csak lőirányban hatnak.

A technikai előkészítés hibái

A tüzérségi tüzeszközöket, a különböző műszereket és egyéb technikai eszközöket elő kell készíteni a feladatok végrehajtására. A hibásan beszabályozott lövegek, műszerek nagymértékben csökkentik a hatástűz pontosságát. Nyilvánvaló, hogy a technikai előkészítés során is követünk el hibákat. Ezek a hibák lő- és oldalirányban is hatnak. Jelölésük a következő:

- a lőirányban ható közepső hiba: δX_ε ;
- az oldalirányban ható közepső hiba: δZ_ε .

Ha meg akarjuk határozni a technikai előkészítés közepső hibáját, az alábbi képleteket kell alkalmazni:

A lőirányú közepső hiba értékének meghatározása:

$$E[X_{\text{tech}}] = \Delta x_{\text{von}} \cdot E[\delta X_\varepsilon] \quad 11. \text{ képlet}$$

Az oldalirányú közepső hiba meghatározása:

$$E[Z_{\text{tech}}] = 0,001 T_t^c \cdot E[\delta Z_\beta] \quad 12. \text{ képlet}$$

Ahol:

$E[\delta X_\varepsilon]$: A technikai előkészítés pontosságát jellemző lőirányú közepső hiba.

$E[\delta Z_\beta]$: A technikai előkészítés pontosságát jellemző oldalirányú közepső hiba.

A kiszámított elemek meghatározásának számítási hibái

A kiszámított elemek meghatározása bonyolult munkafolyamat, ahol több egymástól független hibaforrás is előfordulhat. Ezek a következők:

- a térképelemek meghatározásakor elkövetett lő- és oldalirányú hibák (X_{tadatok});
- a táblázati javítások kerekítési hibái (X_{tabl});
- a kiszámított javítások grafikonja megszerkesztésénél és a javítások megállapítása során elkövetett lő- és oldalirányú hibák (X_{gr});
- a lőtáblázatok összeállításában elkövetett lőirányú hiba (X_{tabl});
- a kiszámított irányzék és szögmérőállás egész értékre való kerekítések elkövetett hibák (X_{ker}).

A kiszámított elemek meghatározását jellemző középső hibát a 13. és 14. képletekbe behelyettesítve határozhatjuk meg:

A) Lőirányban

$$E[X_{\text{kisz}}] = \sqrt{E^2[X_{\text{tadatok}}] + E^2[X_{\text{gr}}] + E^2[X_{\text{l, tabl}}] + E^2[X_{\text{ker}}]}$$

13. képlet

B) Oldalirányban

$$E[O_{\text{kisz}}] = \sqrt{E^2[O_{\text{tadatok}}] + E^2[O_{\text{gr}}] + E^2[O_{\text{o}}] + E^2[O_{\text{ker}}]}$$

14. képlet

A TELJES ELŐKÉSZÍTÉS KÖZÉPSŐ HIBÁJÁNAK MEGHATÁROZÁSA

A továbbiakban vizsgáljuk meg a teljes előkészítés végrehajtása során jelentkező hibaforrások nagyságát. Hogy a hibaforrások nagyságának változása, illetve az egyes hibaforrásoknak az összhibához viszonyított aránya szemléletesebben kimutatható legyen, a számításokat az amerikai 155 mm-es *M109A6 Paladin önjáró löveg* lőtáblája⁴ alapján, azonos tölteten és öt lőtávolságon (5, 10, 15, 20 és 23 km) határoztam meg. A számításokat a Tamás Attila által jegyzett egyetemi tankönyvben⁵ szereplő képletek és táblázatok felhasználásával vezettem le. A tanulmány terjedelmi kötöttsége miatt a 2. és 3. táblázatban már csak a számítások végeredményét jelenítem meg. A feltételeket a Magyar Honvédség tüzérségének jelenlegi technikai állapotát tükröző feltételrendszer alapján határoztam meg. Az amerikai lőtáblázat alkalmazásakor a lőirányú szél miatti eltérések meghatározásakor – mivel a lőtáblázat a szem-beszél és a hátszél miatti értékeket külön-külön jeleníti meg – *kerekítéseket* alkalmaztam. Ugyancsak kerekítettem a lőirányú szél értékének meghatározásakor is. Ezen kerekítések a számítások végeredményét nem befolyásolják jelentősen.

⁴ FT-155 AOI – Firing tables and ballistics – US ARMY ARDEC, 2005. július 10.

⁵ Tamás Attila: A lövelemek előkészítése teljes, rövidített és becslő előkészítéssel.

A számítások feltételei:

- A lövészet 155 mm-es M109A6 Paladin önjáró löveggel, M107 típusjelű hagyományos repesz-romboló lövedékkel, M119A2 típusjelű töltettel történik (7R-R töltet).
- Lőtávolság 5, 10, 15, 20 és 23 km.
- A bemérést 1:50 000 méretarányú térkép kontúrpointjai alapján, műszerekkel hajtották végre, a terep lejtőszöge a célnál és a tüzelőállásban 6°.
- A vezérlőveg tájolása PAB-2A tájolóműszer mágnesűje segítségével történt (nem anomális körzetben, a mágnesű-helyesbítés értéke ismert).
- A célok koordinátáit lézertáv mérővel határozták meg.
- A METEO11 „közepes” időjárás-jelentés a NATO STANAG METCM időjárás-jelentés átkonvertálásával történt; az időjárás-jelentés összeállítása óta 1 óra telt el.
- Az időjárásjelző állomás 15 km-re helyezkedik el a tüzelőállástól.
- A lövedék összegzett kezdősebesség-eltérésének meghatározása a rögzítőpont létesítésének (belövésének) eredményei alapján történt (a teljes előkészítés speciális esete).
- A löelemeket 15 000 méterig PUO-9U tűzvezető műszerrel, 15 000 métertől PSION kézi számítógéppel; a kiszámított javításokat a kiszámított javítások grafikonjáról határozták meg.

2. táblázat Középső hibák és súlyuk lőirányban (Készítette: a szerző)

	Középső hibák (m)				
	5000 m	10 000 m	15 000 m	20 000 m	23 000 m
Lőtávolság					
Cél helyének megállapítása	20,36	19,41	19,10	17,95	17,51
Bemérő előkészítés	27,07	26,37	26,12	25,30	25,11
Meteorológiai előkészítés	7,00	28,00	51,31	68,58	74,17
Ballisztikai előkészítés	23,66	30,00	41,00	53,35	62,77
Technikai előkészítés	15,00	22,5	24,00	15,00	17,25
Löelem meghatározása	22,96	33,00	46,00	67,00	72,36
<i>Összegzett középső hiba</i>	49,70	65,96	89,73	114,9	126,2

	Hibák súlya %				
	5000 m	10 000 m	15 000 m	20 000 m	23 000 m
Lőtávolság					
Cél helyének megállapítása	0,167	0,087	0,046	0,024	0,019
Bemérő előkészítés	0,295	0,159	0,084	0,048	0,040
Meteorológiai előkészítés	0,019	0,180	0,327	0,356	0,346
Ballisztikai előkészítés	0,227	0,206	0,208	0,215	0,248
Technikai előkészítés	0,091	0,117	0,072	0,018	0,018
Löelem meghatározása	0,201	0,251	0,263	0,339	0,329
<i>Összegzett középső hiba</i>	100%	100%	100%	100%	100%

A táblázatokat tanulmányozva megállapítható, hogy lőirányban a középső hiba értéke megfelel, míg az oldalirányú hiba (az első távolságot kivéve) általában megfelel a szabály-

zatban⁶ előírt követelményeknek. A szabályzat a löirányú közepes értéket a lőtávolság 0,007–0,009%-ban, míg az oldalirányú középső hibát 0-03–0-04 vonás értékeknek határozza meg. Azonban ha azt a tény is figyelembe vesszük, hogy kisebb tölteten a meteorológiai viszonyok eltérése miatti javítások összege *30–40%-kal is növekszik*, már nem olyan egyértelmű a helyzet.

3. táblázat Középső hibák és súlyuk oldalirányban (Készítette: a szerző)

	Középső hibák (m)				
	5000 m	10 000 m	15 000 m	20 000 m	23 000 m
Lőtávolság	5000 m	10 000 m	15 000 m	20 000 m	23 000 m
Cél helyének megállapítása	17,5	17,5	17,50	17,50	17,66
Bemérő előkészítés	32,00	47,16	65,00	68,58	90,00
Meteorológiai előkészítés	6,20	8,20	12,60	19,6	33,12
Ballisztikai előkészítés	–	–	–	–	–
Technikai előkészítés	3,25	6,50	9,75	13,00	14,95
Lőelem meghatározása	7,50	11,37	17,16	25,75	33,97
<i>Összegzett középső hiba</i>	37,88	52,62	71,27	78,87	104,3
<i>Összegzett hiba vonásban</i>	0-08	0-05	0-05	0-04	0-05

	Hibák súlya %				
	5000 m	10 000 m	15 000 m	20 000 m	23 000 m
Lőtávolság	5000 m	10 000 m	15 000 m	20 000 m	23 000 m
Cél helyének megállapítása	0,214	0,111	0,060	0,049	0,029
Bemérő előkészítés	0,714	0,803	0,832	0,756	0,745
Meteorológiai előkészítés	0,026	0,024	0,031	0,063	0,104
Ballisztikai előkészítés	–	–	–	–	–
Technikai előkészítés	0,007	0,015	0,019	0,026	0,016
Lőelem meghatározása	0,039	0,047	0,058	0,106	0,106
<i>Összegzett középső hiba</i>	100%	100%	100%	100%	100%

A hibaforrások súlya

Ahhoz, hogy megfelelő következtetéseket vonhassunk le az összegzett középső hibából, illetve az összetevőiből, meg kell határoznunk, hogy az egyes összetevők (hibaforrások) milyen arányt képviselnek az egészben. Ha ezt megállapítottuk, arra is választ kapunk, hogy mely összetevők redukálásával tudjuk csökkenteni a teljes előkészítés középső hibáját, vagyis növelni a tüzérségi tűz pontosságát. Az egyes hibaforrások hányadát az adott hibaforrás középső hibája négyzetének a teljes előkészítés összegzett középső hibája négyzetéhez viszonyított arányával tudjuk kifejezni. Ezt az arányt az adott *hibaforrás súlyának* nevezzük.

⁶ Tansegédlet a táborig tüzérség tüzvezetési és löszabályzatának tanulmányozásához, 73.

Jele a „g”. Megállapításának a képlete:

$$\text{Távolságban: } g[X_i] = \frac{E^2[X_i]}{E^2[X_{te}]} \quad 15. \text{ képlet}$$

$$\text{Oldalban: } g[Z_i] = \frac{E^2[Z_i]}{E^2[Z_{te}]} \quad 16. \text{ képlet}$$

ahol:

$g[X_i]$; $g[Z_i]$ = az adott hibaforrás súlya lő- és oldalirányban;

$E^2[X_i]$; $E^2[Z_i]$ = az adott hibaforrás pontosságát jellemző közepső hiba lő- és oldalirányban;

$E^2[X_{te}]$; $E^2[Z_{te}]$ = a teljes előkészítés pontosságát jellemző összegzett közepső hiba lő- és oldalirányban.

Következtetések

Az egyes hibák súlyaránya grafikus formában szemléletesebben érzékelhető, ezért a lő- és oldalirányú közepes hibákat grafikus formában is (1–2. ábra) ábrázoltam. A függőleges tengelyen az egyes hibák súlyarányának százaléka látható, míg a vízszintesen a lőtávolság értéke található.

Lőirányú közepső hibák

A 2. táblázatot, illetve ennek grafikus kifejezését, az 1. ábrát megvizsgálva a lőirányú hibák súlyarányával kapcsolatosan a következőket állapíthatjuk meg:

1. A cél helye megállapításának hibái

Kis lőtávolságon a cél helye megállapításának súlyaránya (15–17%) még jelentős. Ebből következik, hogy a kis lőtávolságon történő tüzelés esetén kiemelt figyelmet kell fordítani arra, hogy a lehető legpontosabb koordinátákat biztosító technikai eszközöket és eljárásokat alkalmazzuk. Közepes és nagy lőtávolságon a hibaforrás hatása már jelentéktelen, az összegzett közepső hiba 2–5%-ára csökken. A jelenleg rendszeresített lézertáv mérők jó látási viszonyok között pontos figyelőtávolságot képesek mérni. Ugyanakkor korlátozott látási viszonyok között tüzer technikai felderítőeszközökkel (mozgó cél-felderítő lokátor, tüzeszköz- felderítő lokátor stb.) kell a koordinátákat meghatározni.

2. A bemérés hibái

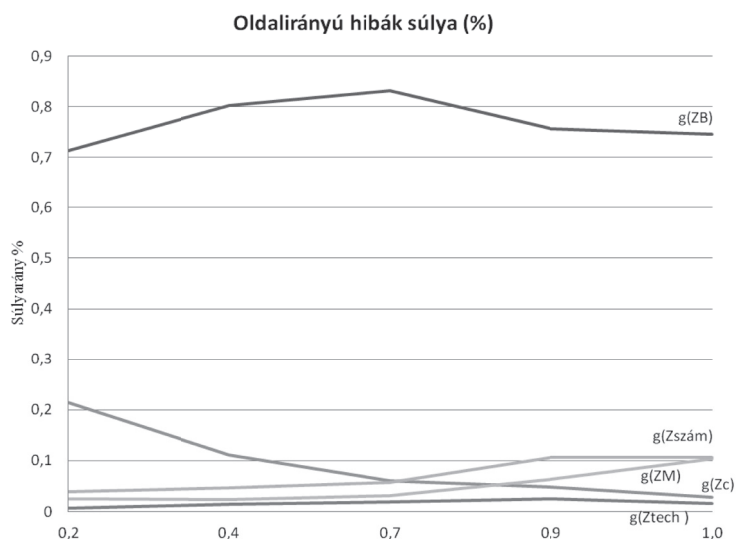
Kis és közepes lőtávolságon a bemérés lőirányú közepes hibái még meghatározó (15–29%) jelentőséggel bírnak. Közepes és a maximális lőtávolsághoz közeli távolságokra történő tüzelés esetén a bemérés hibáinak súlyaránya 4–8% közötti értékekre csökken. Ezek a lőtávolságokon, ugyanúgy, mint a cél helyének meghatározásánál, a nagyobb pontosságú, ezáltal kisebb hibát eredményező bemérési eljárásokat (geodéziai alapon történő bemérés) kell alkalmazni.

3. A meteorológiai előkészítés hibái

A meteorológiai előkészítés hibái a lőtávolsággal arányosan növekednek. Kis lőtávolságon a hibák súlyaránya még elenyésző (2%), közepes lőtávolságon már eléri a 18%-ot,

a lőtávolság 2/3-ánál nagyobb távolságon történő lövészet esetén már a *lőirányú hiba legnagyobb összetevőjét* (35%) jelenti. Jelenleg a Magyar Honvédség tábori tüzérsége időjárásjelző állomással nem rendelkezik. A rendszeresített 152 mm-es D–20-as ágyútarack részére nincs lehetőségünk a GOSZTY 4401-64 légkörmodellnek megfelelő METEO11 „közepes” időjárás-jelentést összeállítani.

2002. május 28–31. között a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Tüzér Tanszékének oktatói – együttműködve a Mettech. Bt. szakembereivel – a finn VIASALA vállalat *Digicora III.* mobil időjárásjelző állomással a várpalotai lőtéren kísérleti lövészetet hajtottak végre. Ennek keretében az időjárásjelző állomás kezelőszemélyzete a GOSZTY 4401-64 (METEO11 „közepes”) és az ISO 2533-1975 légkörmodelleknek megfelelő (METCM, METB, METTA stb.) időjárás-jelentéseket állított elő. A kísérleti lövészet tapasztalatai és az érvényben lévő szakutasítások figyelembevételével a tanszék kutatócsoportja kidolgozta a NATO STANAG METCM⁷ időjárás-jelentés METEO11 „közepes” időjárás-jelentéssé történő számítógépes és kézi átalakításának folyamatát és okmányrendszerét. Kutatási eredményeiket tudományos tanulmányban⁸ és 6/37/2006/HTF nyilvántartási számon megjelent ÖHP-főnöki kiadványban jelentették meg. Ennek eredményeképpen napjainkban a tüzérségségek parancsnoki állománya képes a METCM időjárás-jelentést METEO11 „közepes” időjárás-jelentéssé átalakítani.



1. ábra. A lőirányú hibák súlyaránya (Készítette: a szerző)

4. A ballisztikai előkészítés hibái

A ballisztikai előkészítés hibáinak az összegzett középső hibához viszonyított értéke viszonylag állandó százalékos értékkel (20–25%) rendelkezik. Ezzel a hibareszesedési értékkel a ballisztikai előkészítés során elkövetett hibák a *harmadik legnagyobb hibaforrássá* válnak. A lövedék *valószínű* összegzett kezdősebesség-eltéréseinek meghatározása jelenleg

⁷ STANAG 4082. Adoption of a Standard Artillery Computer Meteorological Message (METCM) – Tüzérségi számítógépek szabvány időjárás-jelentése.

⁸ Petrovics Mihály – Pirocska György – Dr. Szabó Tibor: A NATO STANAG meteorológiai és ballisztikai jelentések átalakításának és számítógépes feldolgozásának lehetőségei az MH-ban.

csak hosszadalmas előkészítő munkálatokat (a tüzelőállás és a figyelőpont geodéziai alapon történő bemérése) követően hajtható végre, és az eredmény az előremetszés pontosságának függvényében bizonyos hibaszázalékkal bír. A korszerű technikával rendelkező országok tüzérségi tüzeszközeinek zöme már olyan műszerekkel (lokátorokkal) rendelkezik, amelyek a lövedékek összegzett kezdősebességét határozzák meg. A napjainkban beszerezhető korszerű műszerek pontossága $0,1-0,2\%$ -nak felel meg. A jelenlegi lehetőségeink mellett alkalmazott, a tüzér szakemberek által a *teljes előkészítés speciális eseteként* ismert eljárás során viszont csak $0,5-0,7\%$ -os pontosságot tudunk elérni.

5. A technikai előkészítés hibái

A technikai előkészítés során elkövetett hibáknak a löirányú közepső hibához viszonyított súlyaránya legnagyobb értéke sem haladja meg a közepső hiba 12% -át. Jelentősége elsősorban a kis lőtávolságokon történő lövészet során érzékelhető, mivel ezeken a távolságokon az egy vonás löszögváltoztatás méterben kifejezett értéke (40–50 méter) még jelentős. Természetesen az adott súlyarányérték azt a tényt feltételezi, hogy a kezelők a technikai előkészítés munkafolyamatait precízen betartották és végrehajtották.

6. A kiszámított elemek meghatározásának számítási hibái

A kiszámított elemek meghatározásának számítási hibái a legösszetettebb és ennek következtében a legtöbb hibaforrást gerjesztő tényezők. A löelem-meghatározás számítási hibáinak súlyaránya meghatározó; az *1. ábrát* megvizsgálva megállapítható, hogy a *második legjelentősebb hibaforrás*, nagysága a lőtávolság függvényében $20-34\%$ -os érték között ingadozik. A mai korszerű tűzvezető műszerek és célszámítógépek alkalmazása mellett a lőtávolság meghatározása viszonylag kis hibaszázalékkal bír. A pontos kiszámított javítások meghatározását elősegíti, hogy a tüzérségi célszámítógépek már a löelemek ún. *egymás utáni megközelítése elve* alapján működnek. Ennek az eljárásnak az a lényege, hogy a löelemeket a kiszámított távolság alapján meghatározott röppálya alapján – a röppályának megfelelő ballisztikai és meteorológiai változások figyelembevételével – határozzák meg. Az adott lőtávolságon meghatározott javítások figyelembevételével kiszámított javításértékek pontossága a 2. és 3. megközelítést követően nem haladja meg a 10–15 méteres löirányú hibát. A Magyar Honvédség tüzérségeinél alkalmazott kiszámított javítások grafikonjának pontossága nagy lőtávolságon végrehajtott lövészet esetén 40–45 méteres hibalehetőséget is előidézhet.

Oldalirányú közepső hibák

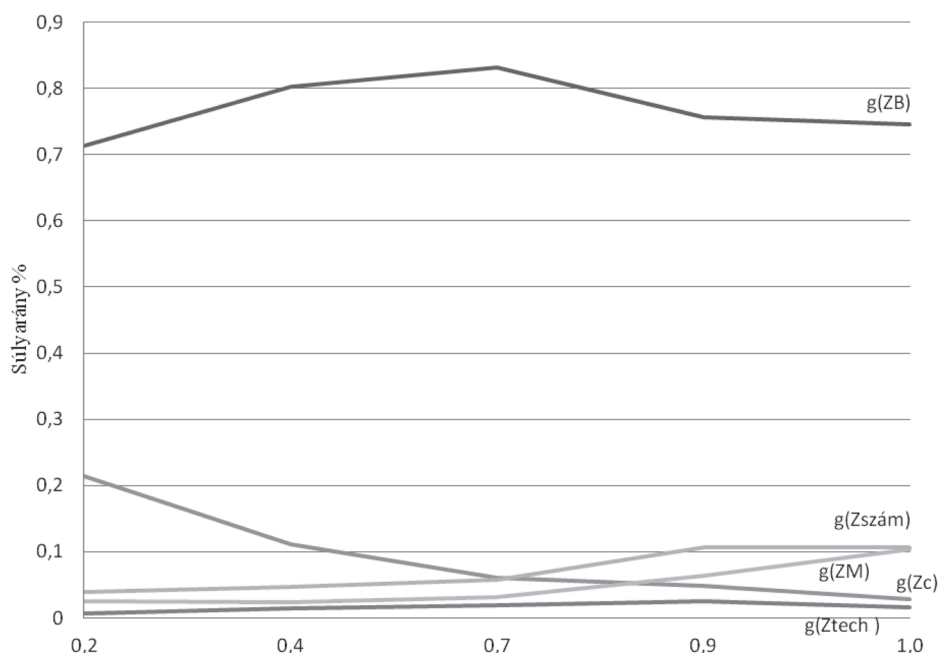
A *3. táblázatot*, illetve ennek grafikus ábrázolását, a *2. ábrát* megvizsgálva az oldalirányú hibák súlyarányának a következőket állapíthatjuk meg:

1. A cél helye megállapításának hibái

A cél helye megállapításának oldalirányú közepes hibáját a cél felderítését végrehajtó optikai vagy technikai felderítőeszköz mérési pontosságának közepes hibája determinálja. Ez a hibaforrás viszonylag állandó értékkel bír, a lőtávolságtól független. A hibaforrás súlyaránya kis és közepes lőtávolságon még jelentős ($11-21\%$), de közepes és nagy lőtávolságokon már jelentéktelen ($3-6\%$).

2. A bemérés hibái

A bemérés közepes hibája az oldalirányú közepes hiba *legjelentősebb összetevőjét* képezi. Súlyaránya $71-83\%$ -os értékek között ingadozik. A bemérés hibáit a tüzelőállás



2. ábra. Az oldalirányú hibák súlyaránya (Készítette: a szerző)

bemérésénél alkalmazott bemérőeljárás, illetve a vezérlőveg alapirányba tájolása során alkalmazott módszer határozza meg. A fenti példában a vezérlőveg alapirányba tájolása PAB–2A tájolóműszer mágnestűje segítségével történt (nem anomális körzetben, a mágnestű-helyesbítés értéke ismert), amely eljárásnak a közepes hibája 0-04 vonás. Mint az 1. táblázatban ezt már bemutattam, 25 kilométeres lőtávolság esetén a tájolás hibája már 100 méteres oldalirányú eltérést is eredményezhet.

3. A meteorológiai előkészítés hibái

A meteorológiai előkészítés oldalirányú közepes hibájának súlyaránya viszonylag állandó részaránytal bír. Kis lőtávolságokon a súlyarány nem haladja meg a 3–4%-ot, míg közepes és maximális lőtávolságokon a 6–10%-ot. A hibaforrás fő összetevőjét az oldalirányú szél meghatározásának közepső hibája képezi.

4. A technikai előkészítés hibái

A technikai előkészítés közepes hibájának az összegzett közepső oldalirányú hibához viszonyított súlyaránya nem jelentős. Ez az érték a 3%-ot nem haladja meg. A hibaforrás okát a lövegek és műszerek beszabályozásának közepső hibája képezi.

5. A kiszámított elemek meghatározásának számítási hibái

A kiszámított elemek meghatározásának közepső számítási hibái az oldalgás és a kiszámított oldaljavítások meghatározásának, illetve a szögmérőállások meghatározásának kerekítési hibái alkotják. Ezen hibaforrások aránya kis és közepes lőtávolságon 4–6%, míg nagy lőtávolságon 10–12%.

JAVASLATOK

Nem vitatva a század- és zászlóaljtüzértség technikai átfegyverzésének prioritását, az összegzett középső hibák súlyarányai jelentőségének vizsgálatát követően a tábori tüzértség egészére a következő beszerzési sorrendet javaslom. Ki kell alakítani, illetve be kell szerezni a felderítő, a bemérő és a tűzvezető alrendszer *azon meghatározó eszközrendszereit*, amelyek képesek a jövőben beszerzendő korszerű tüzesszközök pontos lövészetét biztosítani. A békeműveletek végrehajtása során napjainkban az a tendencia is megfigyelhető, hogy a kisebb haderővel rendelkező NATO-tagállamok elsősorban nem tüzérügyi tüzesszközöket, hanem időjárásjelző állomásokat és technikai tűzérfelderítő eszközöket (mozgócél-, illetve tüzesszköz-felderítő lokátorok, hangfelderítő alegységek, pilóta nélküli felderítőeszközök stb.) ajánlanak fel a műveletek végrehajtásának támogatására. Így viszonylag kis létszámmal (10–40 fő) és kevés technikai eszköz (3–6 db) bevonásával járulnak hozzá a műveletek célkitűzésének teljesítéséhez.

1. Ahhoz, hogy a tűzérálegységek ismét képesek legyenek a teljes előkészítés munkafolyamatát képesség szinten begyakorolni, az első lépésben részükre ki kell adni (az ismereteim szerint) raktárakban lévő *tábori meteorológiai készleteket* (TMK). Bár tudjuk azt a tényt, hogy a tábori meteorológiai készletek segítségével csak „megközelítő” időjárás-jelentés állítható elő, melynek elévülési ideje egy óra, azonban a részfeladatok ezen eszközzel jól begyakorolhatók.

2. A meteorológiai előkészítés súlyaránya lőirányban közepes lőtávolságon már eléri a 18%-ot, a lőtávolság 2/3-ánál nagyobb távolságon történő lövészet esetén már a lőirányú hiba legnagyobb összetevőjét (35%) jelenti. *Ezért az eszközbeszerzés első fázisában az időjárásjelző állomások beszerzését javaslom.* Mivel a jelenleg rendszeresített tüzesszközök lőtáblája a szovjet (orosz) GOSZTY 4401-64 légkörmodell alapján lett összeállítva, míg a rendszeresítésre a jövőben kiválasztott tüzesszközök valószínűleg az ISO 2533-1975 légkörmodelleknek megfelelő lőtáblákkal fognak rendelkezni, ezért olyan komplexumot kell beszerezni, amely mindkét légkörmodell alapján képes időjárás-jelentést összeállítani. A tüzértség folyamatos időjárás-jelentéssel való ellátása érdekében kezdetként 3 állomás beszerzése indokolt. A három időjárásjelző állomás a hármas alkalmazási elv (szondázást hajt végre – áttelepül vagy felkészül a szondázásra – áttelepül, illetve pihen) alapján képes hadosztályszintű kötelék meteorológiai támogatását biztosítani.

3. A ballisztikai előkészítés hibájának a lőirányú összegzett középső hibához viszonyított értéke viszonylag állandó százalékos értékkel (20–25%) rendelkezik. Mint a súlyarányok vizsgálata során kitértem rá, a lövedék összegzett kezdősebességeltérés-értékének – mint a ballisztikai előkészítés legnagyobb hibaforrásának – meghatározása a Magyar Honvédségben jelenleg csak hosszadalmas és igen pontos bemérőeljárás alkalmazásával biztosítható. Ugyanakkor az így meghatározott érték – a robbanópontok előremetszésekor elkövetett hibák miatt – bizonyos hibaszázalékkal jellemezhető. A korszerű technikával rendelkező országok tüzérügyi tüzesszközöiknek zöme már összegzett *lövedék-kezdősebességet meghatározó műszerekkel* (lokátorokkal) rendelkezik. A jelenleg beszerezhető korszerű műszerek pontossága a vizsgált töltet kezdősebessége *0,1–0,2%-ának* felel meg. A lövedék összegzett kezdősebesség-eltérését meghatározó műszerek (lokátorok) beszerzési ára nem jelentős; tüzérosztályszinten *2-3 eszköz* beszerzése elegendő. A műszerek *második fázisban* történő beszerzését tehát az a tény indokolja, hogy alkalmazásuk esetén a ballisztikai előkészítés középső hibája 0,4–0,5%-kal csökkenthető.

Amennyiben a későbbiekben korszerű, a lövedék összegzett kezdősebesség-eltérését meghatározó lokátorral szerelt tüzérügyi tüzesszközöket szerez be a Magyar Honvédség, a

hordozható (mobil) lokátorokat az MH Bakony Harckiképző Központ lőtérel ellenőrző részlegénél vagy az MH Logisztikai Központ lőszerraktáraiban (töltetsorozatok összelövése) alkalmaznák.

4. Jelenleg a Magyar Honvédség tüzérealgységeinél az optikai felderítés fő műszeranyagát az 1D11 lézertáv mérő képezi. Ennek a távmérőtípusnak a beépített változata 1984-ben az önjáró tüzérség Masina vezetési pont rendszereivel került a Magyar Néphadsereg rendszerébe. Hordozható változatai a tüzérealgységeknél jelenleg is rendszeresítve vannak, azonban mérési megbízhatóságuk – a megfelelő szakszervizelés hiányában – napjainkban nem biztosított.

A bemérés közepes hibája az oldalirányú közepes hiba *legjelentősebb összetevőjét* képezi. Súlyaránya *71–83%-os* értékek között ingadozik. A bemérés oldalirányú hibáit a tüzelőállás bemérésénél alkalmazott bemérő eljárás, illetve a vezérlővegalapirányba tájolója során alkalmazott módszer határozza meg.

A célok meghatározásának, illetve a bemérés középső hibája korszerű, *giroszkopikus elven működő* műszerek (lásd az MH-ban napjainkban is alkalmazott TZG – Tragbares Zielortungsgerät – hordozható célmeghatározó műszer) beszerzésével lényegesen csökkenthető. A beszerzést az a tény is indokolja, hogy a bemérés oldalirányú közepes hibája a giroszkopikus elven működő műszerrel *60–70%-kal* csökkenthető. Ütegszinten 1-1 db, a század tüztámogató és tüzmegfigyelő csoportok részére szintén 1-1 db giroszkopikus elven működő műszer beszerzését javaslom (*harmadik fázis*).

5. Korlátozott látási viszonyok, illetve az ellenség nagy mélységben elhelyezkedő céljainak felderítése és a hatástűz eredményének megfigyelése csak korszerű mozgócél-felderítő lokátorok és tüzesszköz-felderítő lokátorok alkalmazásával valósítható meg. A jelenleg legkorszerűbbnek számító tüzesszköz-felderítő lokátorok (ARTHUR, ANTPQ-36-37-47, COBRA, Zoopark stb.) középső hibája 15 kilométeres előremetszési távolságig nem haladja meg a 30–45 métert, míg 15 kilométer felett a hiba a mérési távolság 0,35-0,40%-át képezi. A mozgócél-felderítő lokátorok középső mérési hibája sem haladja meg a 15–20 méteres értéket. A tüzer technikai felderítőeszközök beszerzését (2-3 eszköz) a beszerzés *negyedik fázisában* javaslom.

6. Ezt követően, a technikai beszerzés *ötödik fázisában* a korszerű tüzérségi tüzesszközök (dandár-, hadosztályszint) beszerzését javaslom. Ugyanakkor végérvényesen szakítanunk kell azokkal az ábrándokkal, hogy a magyar hadiipar a közeljövőben képes lesz hazai fejlesztésű, korszerű tüzvezető rendszert kifejleszteni. A jövőben azt sem szabad megengedni, hogy a tüzesszközöket a hozzájuk kifejlesztett tüzvezető rendszerek nélkül szerezzük be! Az *1. ábra grafikonjai* egyértelműen jelzik, hogy a kiszámított elemek meghatározásának számítási hibái a löirányú összegzett középső hiba *második legjelentősebb* hibaforrását képezik.

7. A korszerű hadseregek az ellenség harcászati és hadműveleti mélységében elhelyezkedő célok felderítésére egyre nagyobb számban alkalmazzák a pilóta nélküli repülőeszközöket. Ezen technikai eszközök vásárlását a lövegbeszerzési tenderek lezárását követően javaslom.

Tanulmányomban levezettem a teljes előkészítés összegzett hibái meghatározásának lépéseit. A hibaforrások középső hibáinak súlyaránya megállapítását követően meghatároztam az M109A6 Paladin önjáró löveggel történő lövészet esetén a részhibák súlyarányait. A hibaforrások súlyarányainak elemzését követően javaslatot tettem a lehetséges technikai beszerzések – általam rangsorolt – sorrendjére is. Úgy érzem, hogy dolgozatomban sikerült bizonyítani azt a tényt, hogy a tüzérség alrendszerének azon elemeit (eszközöit) kell elsősorban beszerezni, amelyek képesek a jövőben rendszeresítendő korszerű tüzesszközök pontos lövészetét biztosítani. Azt gondolom, hogy a tanulmányban szereplő számítások tetelesen

bebizonyítják: ha a jelenlegi feltételrendszerünk mellett egy 40 kilométeres lőtávolságú korszerű löveget szereznénk be, akkor a Magyar Honvédség egy igen nagy lőtávolságú, viszont a teljes előkészítés végrehajtása ellenére is 40 kilométeren *440 méteres*⁹ középső hibával „terhelt” kiszámított elemekkel hajtaná végre a célok pusztítását!

FELHASZNÁLT IRODALOM

- FT-155-AM-2. Firing tables. Headquarters, Department of the Army. 1983. márc. 31.
- FT-155-AO-1. Firing tables and ballistics. US ARMY ARDEC. 2005. július 10.
- Petrovics Mihály – Piroska György – Dr. Szabó Tibor: *A NATO STANAG meteorológiai és ballisztikai jelentések átalakításának és számítógépes feldolgozásának lehetőségei az MH-ban*. ZMNE-tanulmány, Budapest, 2004.
- Dr. Szabó Tibor: *A tüzérségi tüzeszközök és a löszerek fejlesztési eredményei napjainkban*. NKE, elektronikus jegyzet a Hadtudományi Doktori Iskola részére (2013).
- STANAG 4082. Adoption of a Standard Artillery Computer Meteorological Message (METCM) – Tüzérségi számítógépek szabvány időjárás-jelentése.
- STANAG 4119. Adoption of a standard cannon artillery firing table format. Edition 2 – 2005. január.
- Schmidt, Klaus-Michael: *A tüzérség rendszere (a Szárazföldi Haderő szempontjából)*. Soldat und Technik, 1996. 5. szám. Ford.: Varga László.
- Tamás Attila: *A löelemek előkészítése teljes, rövidített és becslő előkészítéssel*. Egyetemi tankönyv, ZMNE, Budapest, 2000.
- Tansegédlet a tábori tüzérség tűzvezetési és löszabályzatának tanulmányozásához. Az MN Rakéta- és Tüzérfőnökség kiadása, 1980.
- Tü/1. A tüzérség lö- és tűzvezetési szabályzata (osztály, szakasz, löveg). Az MH kiadványa, 1995.

⁹ Dr. Szabó Tibor: *A tüzérségi tüzeszközök és a löszerek fejlesztési eredményei napjainkban*, 65., 6. táblázat.