

## Összefüggések és képletek a harcászati és hadműveleti-szintű lőszerellátás matematikai modelljének kialakításához

*Dr. Kazinczi István alezredes  
a hadtudományok kandidátusa*

E tanulmány – ha szerény keretek között is – segítséget nyújthat a harcászati és hadműveleti lőszerellátásban jelentkező összefüggések feltárásával és azoknak a matematika nyelvén egyértelműen megfogalmazott képletek formájában történő bemutatásával.

Továbbiakban a lőszerellátás számvetési egységeinek kialakításához fűzök néhány gondolatot és megkísérlem felvázolni a legfontosabb matematikai összefüggéseket, melyek egyértelművé teszik az olyan fogalmak, mint a „javadalmazás”, a „mozgókészlet” stb. értelmezését.

Az *egy javadalmazás lőszer* fogalmán olyan ellátási számvetési egységet értelmeknek, melynek keretében konkrétan (központi szabályozó előírásokban) megvannak határozva minden fajta fegyverzeti eszköz után az egy javadalmazás lőszer mennyiségének (ürméret, fajta és darab szerinti) összetevői.

Vagyis az egy fegyver után járó egy javadalmazás lőszer mennyiségét (db-ban) megkapjuk, ha az adott fegyverfajta (a mindenkor érvényben levő központi előírásból) kiírjuk az egy javadalmazást képező lőszer darabszámát fajtanként és összeadjuk azokat.

Áttekinthetőbben:

Egy adott ( $i$ ) típusú fegyverfajta az 1,0 javadalmazás összetételét  
 1,0 javadalmazás lőszerének mennyisége = képező ( $n$ ) lőszerfajták darabszámának összegével

Képletesen:

$$L_{(1,0\ j_a)}^i = L_1 + L_2 + \dots + L_n = \sum_{j=1}^n L_j \quad (1)$$

ahol:

$i$  = az adott fegyverfajta

1,0  $j_a$  = egy javadalmazás

$L_{(1,0\ j_a)}^i$  = azon lőszer összeg, amely az ( $i$ )-ik fajta fegyver után esedékes 1,0 javadalmazás esetében

$n$  = a lőszerfajták száma

$j$  = egy adott lőszerfajta.

A lőszer mennyiségének jelölésére általában két mértékegységet használnak. Az egységnyi lőszer jelölésére a darabot, a lőszer súlyának jelölésére pedig a súlymértékegységeket, általában a kg-ot és a tonnát használják. Következésképpen az egy javadalmazást alkotó lőszerök összességét kifejezhetjük darabban (db) vagy súlyban (q) attól függően, hogy milyen adatra van szükségünk.

Ebben az esetben az alapképlet a következők szerint alakul:

$$L_{(1,0 \text{ ja}) \text{ db}}^1 = L_{1(\text{db})} + L_{2(\text{db})} + \dots + L_{n(\text{db})} = \sum_{j=1}^n L_{j(\text{db})} \quad (2)$$

illetve:

$$L_{(1,0 \text{ ja}) \text{ g}}^1 = L_{1(\text{q})} + L_{2(\text{q})} + \dots + L_{n(\text{q})} = \sum_{j=1}^n L_{j(\text{q})} \quad (3)$$

Következő lépésként az azonos fegyverfajta bármely (kívánt) mennyisége utáni egy javadalmazás lőszerének kiszámítási alapját képező összefüggést így vázolhatjuk fel:

$$bL_{(1,0 \text{ ja})}^1 = b \sum_{j=1}^n L_j^1 \quad (4)$$

ahol:

$b$  = az azonos fajtájú fegyverek mennyisége.

Ezt követően a *kötélék javadalmazások* kiszámításának matematikai összefüggéseit tekintjük át. Ugyanis a kötelék javadalmazásba beletartozik az adott nagyságrendű (század, zászlóalj, ezred, hadosztály, hadtest, hadsereg stb.) kötelék valamennyi rendszeresített fegyverfajtájához (i) járó lőszerfajták (j) összessége.

Ennek kiszámításához első lépésként célszerű három táblázat összeállítása, melyek közül:

- az „a” jelzésű táblázat az adott fegyverfajtához tartozó 1,0 javadalmazás lőszer összetevőit alkotó lőszerfajtákat rögzíti darabban;
- a „b” jelzésű táblázat azt tartalmazza, hogy az érintett fegyverfajtából hány darab fegyverrel rendelkezik az adott kötelék;
- a „c” jelzésű táblázat pedig az egy darab lőszer (lőszerfajtánkénti) „súlyozott” (ladasúlylyal együtt számított) súlyát rögzíti.

Ezt követően matematikai eljárással:

- az „a” táblázat elemeit, ha felírjuk az  $m \times n$  matrix elemeként, akkor a következő összefüggést nyerjük:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} = [a_{ij}]_{m \times n} \quad \begin{array}{l} a_{ij} \geq 0 \\ i = 1, 2, \dots, m \\ j = 1, 2, \dots, n \end{array}$$

ahol:

$m$  = az összes lehetséges fegyverfajta száma

$i$  = egy fegyverfajta az  $m$  fajta fegyver közül

$n$  = az összes lehetséges lőszerfajta száma

$j$  = egy lőszerfajta az  $n$  fajta lőszer közül

- a „c” táblázat elemei felírhatók egy  $n \times 1$  oszlop matrixként a következők szerint:

$$\begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix} = [C_j]_{n \times 1} \quad \begin{matrix} C_j > 0 \\ j = 1, 2, \dots, n \end{matrix}$$

ahol:

$C_j$  = a (j) lőszerfajta súlya

- a „b” táblázat elemeiből pedig (mivel a fegyverfajta száma  $m$ ) célszerű felírni egy  $1 \times m$  sormatrixot:

$$\text{ahol: } (b_1^k, b_2^k, \dots, b_m^k) = [b_i]_{1 \times m}^k \quad b_i^k \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$b_i^k$  = az (i) fajta fegyver mennyisége (K) köteléknél (vagyis az adott fegyverfajtából hány darab van).

A következőkben - az előző összefüggéseket felhasználva - kiszámítható a kötelék egy adott fegyverfajtájához járó lőszerök összessége a következő képlet alkalmazásával:

$$L_{(1,0 \text{ ja})}^1 = \sum_{j=1}^n b_j a_{ij} \quad (5)$$

ahol:

$L_{(1,0 \text{ ja})}^1$  = egy kötelék készletébe tartozó (i) fajta fegyver ( $b_i$ ) mennyisége mellett az 1,0 javadalmazás lőszer ( $a_{ij}$ ) mennyisége.

Az előző (5) képlet továbbfejlesztésével egy fegyverfajta vonatkozóan kiszámítható az adott (K) kötelék bármilyen (X) nagyságrendű lőszerjavadalmazásának mennyisége, az alábbiak szerint

$$L_{(x \text{ ja})}^1 = X \sum_{j=1}^n b_j a_{ij} \quad (6) \quad i \in 1 : m$$

ahol:

$L_{(x \text{ ja})}^1$  = a keresett nagyságrendű (X) lőszerjavadalmazást alkotó ( $a_{ij}$ ) lőszerök összessége az (i) fajta ( $b_i$ ) mennyiségű fegyver után.

Az egy javadalmazás lőszer súlyadatait az adott kötelék egy bizonyos (i) fajtájú és meghatározott (b) mennyiségű fegyverére vonatkozóan, a következő matematikai eljárással számíthatjuk ki:

$$L_{(1,0 \text{ ja}) g}^i = \sum_{j=1}^n b_i a_{ij} c_j \quad (7) \quad i \in 1 : m$$

ahol:

$L_{(1,0 \text{ ja}) g}^i$  = az adott kötelék egy javadalmazás  $(a_{ij})$  lőszerének  $(c_j)$  súlya (i) fajta fegyver  $(b_i)$  mennyisége esetén.

Ugyancsak az előző (7) összefüggés továbbfejlesztése adja egy kötelék kívánt nagyságú javadalmazásban kifejezett lőszerének a súlyát egy bizonyos fegyverfajtából bármilyen fegyvermennyiség esetén.

$$L_{(x \text{ ja}) g}^i = \sum_{j=1}^n b_i a_{ij} c_j \quad (8) \quad i \in 1 : m$$

ahol:

$L_{(x \text{ ja}) g}^i$  = az (X) javadalmazás lőszer  $(c_j)$  súlya (i) fajta  $(b_i)$  mennyiségű fegyver után.

Mivel egy adott (K) kötelék teljes fegyverzete után járó 1,0 javadalmazás lőszer súlyát csak úgy lehet számvetni, hogy először kiszámítjuk az egyes javadalmazás lőszer összetételét (mennyiségben vagyis darabban). Ezt a következő képlet segítségével végezhetjük el:

$$L_{(1,0 \text{ ja})}^k = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_i^k a_{ij} \quad (9) \quad i \in 1 : m$$

ahol:

$L_{(1,0 \text{ ja})}^k$  = az adott kötelék összes fajtájú és mennyiségű fegyvere után 1,0 javadalmazás lőszer darabszáma fajta és mennyiség szerint összegezve.

A (9) képletet továbbfejlesztve kifejezhető egy adott (K) kötelék kívánt nagyságrendű (X) lőszer javadalmazásának darabszáma a következő összefüggéssel:

$$L_{(x \text{ ja})}^k = X \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_i^k a_{ij} \quad (10)$$

ahol:

$L_{(x \text{ ja})}^k$  = a kívánt nagyságrendű (X) javadalmazás lőszer darabszáma a kötelék összes fegyvere után.

A javadalmazásban kifejezett lőszerkészletek fajták szerint összegezett darabszámait lehetővé teszik a javadalmazásban kifejezett lőszerkészlet súlyának kiszámítását is.

Egy adott (K) kötelék 1,0 javadalmazás lőszerének súlyát a következő képlet alapján számolják ki:

$$L_{(1,0\text{ ja})\text{ q}}^k = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_i^k a_{ij} c_j \quad (11)$$

ahol:

$L_{(1,0\text{ ja})\text{ q}}^k$  = egy javadalmazás lőszer súlya a kötelék összes fegyvere után.

Következésképpen kiszámítható hármely (K) kötelék tetszés szerinti (X) nagyságrendű lőszerjavadalmazásának súlya a következők alapján:

$$L_{(x\text{ ja})\text{ q}}^k = X \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_i^k a_{ij} c_j \quad (12)$$

ahol:

$L_{(x\text{ ja})\text{ q}}^k$  = (X) nagyságrendű javadalmazás lőszer súlya (K) kötelék összes fegyvere után.

A következőkben tekintsük át a lőszer mozgókészletek számításának összefüggéseit, melyet a következő alapképletek tükröznek.

A lőszer mozgókészlet ( $L_{MK}$ ) kiszámítását a következő alapösszefüggés rögzíti:

$$L_{MK\text{ (x ja)}} = xL_{(1,0\text{ ja})} \quad (13)$$

ahol:

$X$  = a lőszer mozgókészlet kiszabat nagysága javadalmazásban,

$L_{(1,0\text{ ja})}$  = az 1,0 javadalmazás lőszer összetétele (mennyiség).

Ismeretes, hogy a lőszer mozgókészletnek egy adott köteléknél két összetevője van. Egyik része a mozgókészletnek az alárendelt kötelékeknél, másik rész pedig a lőszerellátó alegységnél (lőszerszállító gépkocsikon) van. Ennek megfelelően a lőszer mozgókészletek számvetését alegységtől seregstig bezárólag a következő alapképletek alapján lehet számvetni.

*Század (üteg) lőszer mozgókészlete:*

$$L_{MK}^{(szd)} = L_{fv}^{(szd)} + L_{gk}^{(szd)} \quad (14)$$

ahol:

$L_{MK}^{(szd)}$  = a század (üteg) mozgókészletének mennyisége (ja., db, súly).

$L_{fv}^{(szd)}$  = a század (üteg) alegységeinél a fegyverek mellett, harckocsikban, harcjárműben, lövegvonaton stb. levő lőszer mozgókészletek mennyisége.

$L_{gk}^{(szd)}$  = a század (üteg) lőszerszállító gépkocsijain szállítandó lőszer mozgókészlet kiszabat mennyisége. (Harckocsiszázadnál a század lőszer-szállító gépjárművein nincs mozgókészlet), tehát

*Zászlóalj (osztály) lőszer mozgókészlete:*

$$L_{MK}^{(z)} = \sum_{d=1}^D L_{MK_d} + L_{gk}^{(z)} \quad (15)$$

ahol:

$L_{MK}^{(z)}$  = a zászlóalj (osztály) nagyságrendű kötelék lőszer mozgókészletének összessége.

$L_{MK_d}$  = a zászlóalj (osztály) (d) alárendelt alegységének lőszer mozgókészlete.

D = azon alegységek indexeinek halmaza, amelyek a zászlóaljat (osztályt) alkotják.

d = a zászlóalj d-edik alegysége.

$L_{gk}^{(z)}$  = a zászlóalj lőszerellátó szervénél levő keréken tárolt lőszer mozgókészlet kiszabata.

*Megjegyzés:* kötelékben levő tüzérosztálynak nincs lőszerellátó alegysége, tehát

$$L_{gk}^{(z)} = 0.$$

*Egység lőszer mozgókészlete:*

$$L_{MK}^{(e)} = \sum_{b=1}^B L_{MK_b} + L_{gk}^{(e)} \quad (16)$$

ahol:

e = egység (ezred, kötelékben levő dandár).

$L_{MK_b}$  = az ezred b-edik alegységének lőszer mozgókészlete.

B = azon alegységek indexeinek halmaza, amelyek az egységet alkotják.

b = az egység b-edik alegysége.

*Magasabbegység lőszer mozgókészlete:*

$$L_{MK}^{(ho)} = \sum_{h=1}^H L_{MK_h} + L_{gk}^{(ho)} \quad (17)$$

ahol:

ho = magasabbegység (hadosztály, önálló dandár).

$L_{MK_h}$  = a magasabbegység h-adik alárendelt egységének (önálló alegységének) mozgókészlete.

h = a magasabbegység h-adik alárendelt egysége (önálló alegysége).

H = azon alárendelt kötelékek indexeinek halmaza, amelyek a magasabbegységet alkotják.

*Seregtest lőszer mozgókészlete:*

$$L_{MK}^{(HDS)} = \sum_{s=1}^S L_{MK_s} + L_{gk}^{(HDS)} \quad (18)$$

ahol:

HDS = a seregtest (hadsereg, hadtest stb.).

$L_{MK_s}$  = a seregtest s-edik alárendelt kötelékének (magasabbegység, seregtest-közvetlen önálló egység és önálló alegység) lőszer mozgókészlete.

s = seregtest s-edik közvetlenül alárendelt köteléke.

S = azon közvetlenül alárendelt kötelékek indexeinek halmaza, melyek a seregstestet alkotják.

Az előzőek során bemutatott matematikai összefüggések felhasználásával *felvázolhatjuk az ellátási modell egyik összetevőjét, a lőszerbelyzetet, vagyis egy adott (k) köteléknél a meglévő „van” lőszerkészletek számításának kiinduló (alap) modelljét, amely a következők szerint alakul:*

$$L_V^{(K)} = \sum_{e=1}^E L_{Ve} + L_{gk}^{(K)} \quad (19)$$

ahol:

$L_V^{(K)}$  = egy adott (K) kötelék meglévő (V = van lőszerkészletének összessége egy meghatározott időpontban.

$\sum_{e=1}^E L_{Ve}$  = az alárendelt kötelékek meglévő lőszerkészleteinek összessége ugyanabban az időpontban.

$L_{gk}^{(K)}$  = az adott (K) kötelék raktári lőszerkészlete, ugyanabban az időpontban.

A felvázolt 19 összefüggés csupán a kiinduló alapjait tartalmazza a harcászati és hadműveleti szintű lőszerbiztosítás matematikai leírásának, azonban elégségesnek tűnik az egységes értelmezés kialakításához. Ezen túlmenően segíthet a lőszerellátás tervezésében és szervezésében jelentkező adat és információ feldolgozási feladatok korszerűsítésében, kezdve a számvetések kiszélesítésétől a középgepekre alkalmazott megoldásokon keresztül egészen a feladatok elektronikus számítógépekre történő egyértelmű megfogalmazásáig.