

LŐELEMKÉPZŐK MINT A LÉGVÉDELEM TŰZVEZETŐ MŰSZEREI

A lőelemképző név nem idegen, sem a bajtársak, sem a polgári lakosság előtt. Altalában az alkalmazás helyét — a légvédelmi tüzéségnél — is mindenki ismeri. Ha azonban egy ilyen laikus szakértőhöz kérdést intézünk ezen műszerek felépítéséről és működéséről, úgy azok többsége kitérő, vagy a lényegét nem érintő feletet fog adni. Hozzájárul még a kérdés homályosabbá tételéhez a mult kapitalista kereskedelem fogása, mely az ilyenfajta készülékeket — „zeniai's villamos agy”, „ép ésszel fel nem fogható bonyolult gépcsoda” stb. kifejezésekkel kódósította az érdeklődő előtt.

Vizsgáljuk meg, miért kell a légi célra való lövéshez lőelemképző.

Feltételezhetjük, hogy egy légvédelmi löveg nagyjából 10 km-es sugárral rajzolt félgömbön belül tud tüzelni. Ennek a félgömbnek a köbtartalma:

$$K_g = \frac{4r^3 \pi}{2.3} = \frac{4.3, 14.10^{12}}{2.3} \cong 3,09.10^{12} \text{ m}^3$$

Egy lövedék robbanáskor 10 m sugárban rombol. A számítás egyszerűbbé tétele végett 20 m élhosszúságú kockát vehetünk. A kocka köbtartalma:

$$K_k = a^3 = 2.3 \cdot 10^3 = 8.10^3 \text{ m}^3$$

Ha a tűzhatáskörzet félgömbjének térfogatát elosztjuk a lövedék robbanás hatáskörzetének (kockájának) köbtartalmával, akkor megkapjuk azon térbeli pontok számát, amelyekre vonatkozólag a tüzelő lövegnek új adatokat kell megadni, de úgy, hogy azok olyan pontosak legyenek, hogy belövésnélküli hatástűzet lehessen velük adni.

A fentiek szerint a lehetséges pontok száma:

$$p = \frac{K_g}{K_k} = \frac{3,09.10^{12}}{8.10^3} \cong 3,86.10^8 \text{ azaz } 386 \text{ millió}$$

A légvédelmi lövegeket ütegkötélben használjuk (rendszerint 4 lövegenként), tehát a fenti 386 millió lehetséges pontok számát négygyel kell osztanunk, ami így is kb. 100 millió pontot ad.

Természetesen, ha a légtérben megjelenő cél helyzetét a legdurvább becsléssel állapítjuk meg, a lövés alapjául szolgáló pontok száma lényegesen csökken. Mindenesetre még mindig elég nagy számú pontok közül kell válogatni a lőelemek meghatározásához.

Míg a tábori tüzéség céljai állnak, vagy a repülőgép sebességéhez képest alig számbavehető sebességgel rendelkeznek, addig a korszerű repülőgép sebessége igen tetemes és a 300 m/sec (1080 km/óra) körüli se-

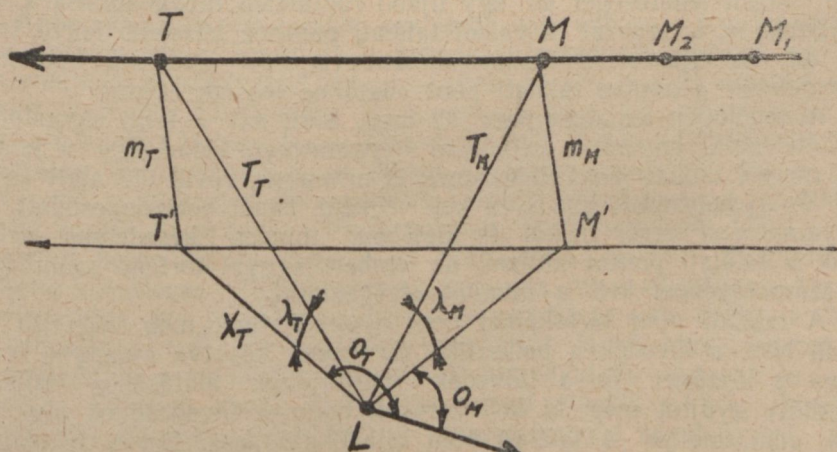
bességek sem ritkák. Ha a cél 1000 m magasságban és a lövegállás mellett 1500 m távolságban halad el, úgy a tűzhatáskörzetben történő repülés úthossza egyszerű trigonometriai számítás alapján 19.6 km. Ezt az utat a gép 65 mp alatt (illetve ha a repülő 200 m/mp 720 km/óra sebességgel halad, akkor 98 mp alatt) teszi meg és reá eza'tt az idő alatt 10—20 tűzcsapást tudunk leadni. (Gyakorlati tűzgyorsaság 8—15 lövés/perc.)

Nyilvánvaló, hogy a cél mozgása, valamint minden tereppont hiánya miatt a belövés lehetetlen. Így kényszerülve vagyunk a tűzcsapások robbanó pontjainak helyét, már eleve oly pontosan meghatározni, hogy a lövedék robbanása helyére és idejére a cél is épen oda érjen. A felhasználandó 10—20 pont elemeinek kiválasztása kellő pontossággal és gyorsasággal a kereken számított 100 millió pont közül csak gépszerkezettel valósítható meg és ezt a feladatot megoldó gépet nevezik löelemképzőnek.

Még egy nehézségre kell figye'lmünket irányítani, nevezetesen ha a cél elemeit (magasság, stb.) egy pontban az M mérési pontban meghatározzuk, erre a pontra nem számíthatunk löelemeket, hiszen a repülőgépnek a lövedék sebességéhez képest el nem hanyagolható sebessége van. Jó néhány másodperc eltelik, míg a lövedék a tüzelő lövegtől a cél közelébe ér, s ha csak 20 mp röptartammal számolunk, a gép ez idő alatt 4000—6000 m utat tesz meg. Következésképpen a löelemeket arra a T találati pontra kell számítani, amelybe a lövedék is és a cél is egyidőben fog megérkezni.

Vizsgáljuk, hogyan is kell egy ilyen T találati pont helyét megállapítani (1. ábra). A repülőgép pillanatnyilag a M pontban van, miután M_1 , M_2 pontokon áthaladt. Az M pontban mérjük az alapiránytól számított O_M szöget és az $L_M M'$ háromszög meghatározásához szükséges két adatot, melyeket λ_M , T_M , X_M , m_M értékek közül szabadon választhatunk. Az előbb nevezett 5 elemet helyzetelemnek nevezzük. Az utóbbi választott két adat birtokában hiányzó helyzetelem adatokat megállapíthatjuk (a háromszög derékszögű).

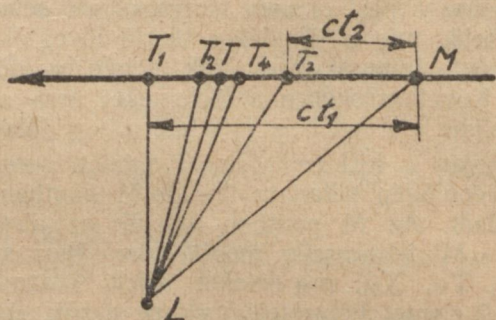
T_M = mérési pont távolsága,	O_T = találati pont oldalszöge,
T_T = találati pont távolsága,	X_M = mérési pont vízszintes távolsága,
λ_M = mérési pont magassági szöge,	X_T = találati pont vízszintes távolsága,
λ_T = találati pont magassági szöge,	M_M = mérési pont magassága,
O_M = mérési pont oldalszöge,	M_T = találati pont magassága.



1. ábra.

A repülőgép mozgására a helyzetelemeken kívül még egyéb adatok is jellemzőek: így a repülés c sebessége, a repülés iránya, a siklás vagy emelkedés szöge. Utóbbi adatok a mozgáselemek. Megállapításunk úgy történik, hogy helyzetelemekből kiadódó egymásután következő mérési háromszögek a cél pályáját mintegy regisztrálják. Különböző számító folyamatokkal, ezen adatok megállapíthatók.

Nem kell különösebb elképzelés ahhoz, hogy a mérési pontból a találati pontot úgy határozhatjuk meg, hogy az eddigi repült célpályából mintegy következtetünk, extrapolálunk, a további célpályaadat irányára, helyzetére. Itt természetesen feltevésekkel kell számolnunk: a cél a magasságát tartja, sebességét nem változtatja, a cél egyenes vonalban fog haladni, a cél meghatározott sugarú körön fog repülni, íves pályán való mozgása után egyenes vonalban fog távolodni stb. Ezután megállapítjuk a röptartamot és a találati pont előbb meghatározott irányába felmérjük a $c \cdot t_1$ szorzatot, mert hiszen a repülőgép annyi utat fog megtenni a lövedék rövideje alatt, amennyi a t_1 röpidő és a c sebességnek szorzata.



2. ábra.

Természetesen mindnyájan felismerjük, hogy ebben az elgondolásba elméleti hiba csúszott be, hisz a lövedék a találati pont felé repül és a találati pontra számított röptartamát kellett volna a szorzatban felhasználni. Mivel csak a mérési pont adatait ismerjük, csak ennek röptartamát tudtuk a szorzatképezéséhez felhasználni. Az így kitézött találati pont csak közelítő, de viszont lehetőséget ad egy újabb röptartam megállapítására, mellyel képezett $c \cdot t_2$ szorzat a valódi találati ponthoz közelebb fekvő találati pontot ad. Ez eljárást ismételtén alkalmazva, az eltérések fokozatosan csökkennek és a pontos találati pont adatához fogunk eljutni.

A repülőgép azonban nem áll meg, mint azt a fenti elgondolásoknál feltételeztük, hanem a célpályán folyamatosan halad. Így a fenti eljárást, melyet találati pont üldözésnek is neveznek, rövid idő alatt és folyton új és új helyzetből kiindulva kell végezni. Ismét bebizonyosodott, hogy ha folyamatosan ugrás nélkül és idejében, minden késedelemet mellőzve akarjuk a találati pontot kitézni, az emberi aggyal történő számítás helyett, számológéppel kell a munkát elvégeztetni.

A találati pont birtokában nem nyugodhatunk meg végzett munkánkkal, hisz a lövedék a ballisztika törvényeit követve mozog a levegőben, így a löszöget és a lövedék gyújtójának állításához szükséges (gyújtóidőt) gyújtót még ki kell keresni, hogy a lövegcsőnek oly állást tudjunk adni, mellyel a találati pont eltalálható lesz. Ezt a feladatot is magával a löelemképzővel végeztetjük el.

Vonjuk le a következtetéseket. Ezek szerint hármass feladatot kell végezni a löelemképzőnek:

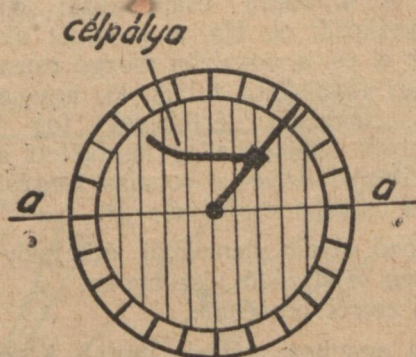
1. A mérési háromszög (1. ábrán LM'M) bevitt adataiból a hiányzó adatokat megállapítani és amennyiben szükséges, a mérési pontok folyamatos megállapításából a mozgáselemeket meghatározni.

2. A mérési pontból kiindulva a találati pont helyét kitézni, azaz megoldani a találati háromszöget (LTM), elvégezni az előretartás-számítást.

3. Végül átalakítani a találati pont koordinátáit olyan koordinátákká, melyeket a lövegen és a lövedéken állítani kell. Ballisztikai megoldásának is nevezhetjük ezt az eljárást.

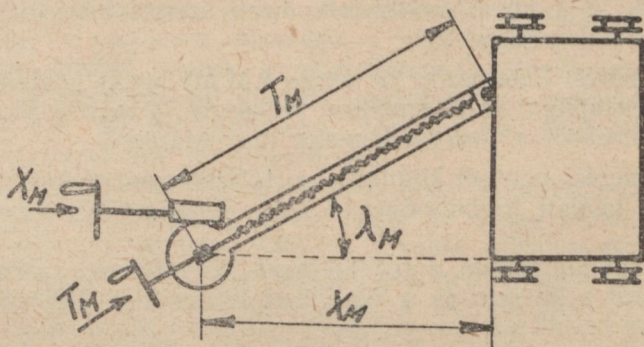
Az első két feladat megoldását a löelemképző műszerek kétféle, alapján különböző módon hajthatják végre. A módszer választása döntő a szerkezet működésében, de döntő az egyes szerkezeti elemek kialakításában is. Így lehet a löelemképző **lineáris** vagy **szögsebességes szerkezet**.

A lineáris löelemképző működési elvét legjobban a 3. ábrán rajzolt berendezésen ismerhetjük meg.



3. ábra.

A kerek alaptárcsa szélén osztással van ellátva. Közepében, mely a löelemképző álláspontját is jelképezi, forgatható vonalzó van elhelyezve, melynek távolságosztása segítségével a rajta csúszó csúszka a mérési pont vízszintes távolságára folyamatosan kitolható. A mérési pont oldal szögét szintén folyamatosan állítjuk azáltal, hogy a vonalzót a körületi osztáson a megállapított oldal szög értékére mozdítjuk. Ha a csúszkára rajzoló grafithegyet helyezünk el, ez az alaplapon a célpályáját valódi, de kisebbitett arányban fogja rajzolni. Ha a szerkezet fölé egy átlátszó lapot képzelünk el, tegyük fel celluloidból, melyen meghatározott távolságra függőleges vonalak vannak kárcsoltva és a függőleges karcokat a középvonalon egy merőleges karc keresztezi (a—a), akkor a találati pont kitézéséhez szükséges adatokat mérhetjük is. A keresztkarcot állítunk párhuzamba a repülőgép megrajzolt irányával és olvassuk le a körosztáson a háladási irányt. Ha stopperórával mérjük a két függőleges vonal közötti áthaladási időt, úgy a vonalak ismert távolságából és az időből a gép sebességét is kiszámíthatjuk.



$$X_M = T_M \cdot \cos \lambda_M$$

4. ábra.

Oldjunk meg még egy kis feladatot. Mérjük a találati pont magassági szögét és a repülőgép távolságát. Ismernünk kell a repülőgép vízszintes távolságát. A 4. ábrán csap körül elforgathatóan vonalzó (távolságvonalzó) helyezkedik el. Ha a vonalzót alaphelyzetéből magassági szöggel forgatjuk el és a vonalzón mozgó csúszkát a csavarorsó forgatásával a mindenkor távolságra toljuk ki, úgy a csaphoz támaszkodó kocsi a vízszintes távolság értékével fog eltolódni. A feladatot a valódi viszonyok geometriaiilag kisebbitett arányával előállítottuk. Megtalálható a löelemképző helye a vonalzó forgási pontjában, megtalálható a mérési pont a csúszka csapjánál.

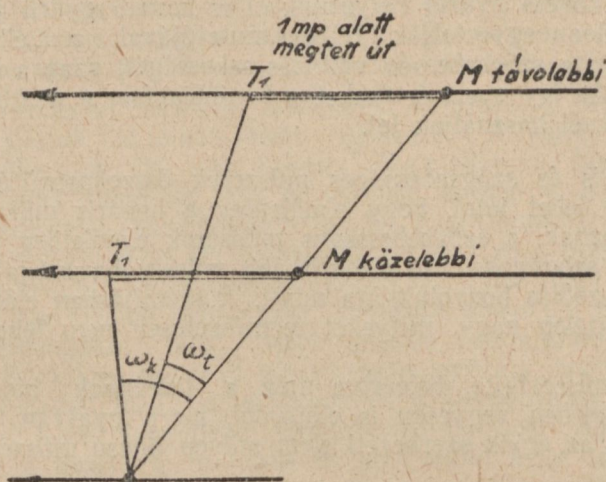
Ha a löelemképző olyan elemekből áll, mely geometriai leképezés segítségével a légtérben lejátszódó viszonyokat a műszerben előállítja, geometriai-lineáris műszerről beszélünk.

A fenti 4. ábra azonban mást is mutat. Kiszámítható a vízszintes távolság geometriai leképezés nélkül is, hisz a trigonometriából ismertes $X_M = T_M \cos \lambda_M$. Így geometriai szerkesztés helyett számítással kaptuk meg az eredményt. Az ilyen löelemképzőket, melyek csak számítanak, de a számítás eredményeiben (ha azokat órákra vagy más leolvasó szerkezetekre kivezetjük és így tulajdonképpen szintén kézzelfoghatóan találhatók meg az egyes pontok, olvasható le a sebesség, irány, stb.) kézzelfogható adatokat adnak, algebrai-lineáris műszereknek nevezzük..

Nézzük a másik műszerfajtát, a szögsebességes löelemképzőt. Az elgondolás itt más.

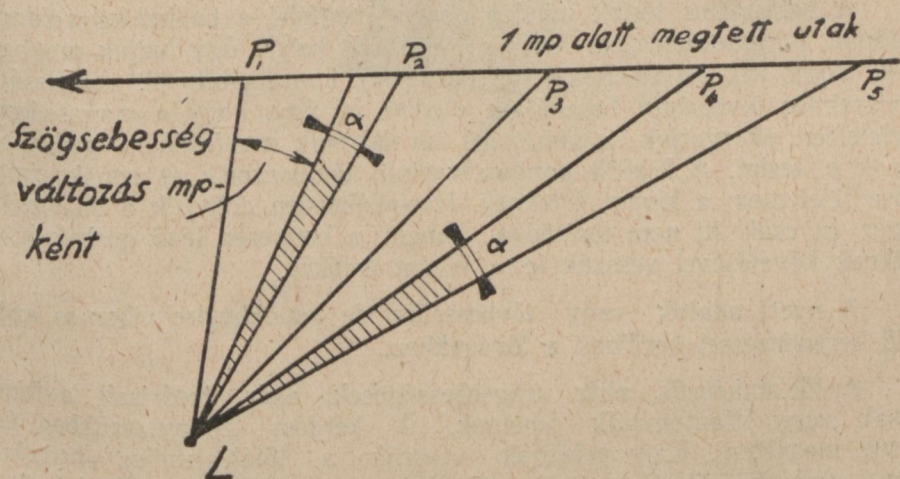
Figyeljük meg azoknak az útdaraboknak a műszernél mért szögét, amelyet két különböző távolságban (egy távolabbi és egy közelebbi) repülő cél 1 másodperc alatt megtesz. A távolabbi célnál kisebb szögét a közelebbi célnál nagyobb szöget kapunk (ugyanannyi idő = 1 mp alatt). Ezt a szöget nevezzük szögsebességnek, a jelen esetben az oldalszögsebességnek (lásd 5. ábra).

A 6. ábra azt mutatja, hogy az egyenes pályán repülő célnál a szögsebesség nem állandó, hanem a műszerhez való közeledésnek arányá-



5. ábra.

ban egy bizonyos pontig (váltópont) a szögsebesség is változik. E változást szöggyorsulásnak nevezzük.



6. ábra.

A szögsebességes löelemképzőknél a mérési pontból a találati pont kitűzéséhez szükséges számításoknál a szögsebességet és a szöggyorsulást vesszük figyelembe.

A feladat, amint látjuk, kettős; szögsebességek, szöggyorsulások mérése és matematikai feladatok elvégzése.

A méréshez az autóknál használatos kilométerórákhoz hasonló tahométereket használhatunk fel. A műszer magassági szög, oldalszög és távolságállító kézikerekeinek forgási sebessége a kívánatos szögsebességek mérésére felhasználható. Az „a” kézikerek forgatásával folyamatosan irányzunk és ekkor a „b” tahométer mutatója a szögsebességet fogja jelezni. Ha a mű-

szerház körül követő gyűrűt helyezünk el és követő gyűrű jelét „c” kézikérékkel állandóan egyeztetjük „b” óramutatójával, a „c” kézikérékhez csatolt „d” órán a szögsebesség változás sebességét, azaz a szöggyorsulást tudjuk mérni. Az így nyert értékeket a továbbiakban a megfelelő matematikai műveleteknél használjuk fel.

A lineáris és szögsebességű műszerek összehasonlításával arra a következtetésre lehet jutni, hogy elméletileg a lineáris műszerek mindig pontosan dolgoznak, a szögsebességű műszerek elméletileg sohasem pontosak, mert a szöggyorsulást a legritkább műszer használja fel korrekció készítésre, a megoldás bonyolultsága miatt. A számításban előforduló tényezők száma végtelen nagy, melyeket természetesen nem lehet figyelembe venni.

A két műszerfajta, beleértve még a lineárisok alcsoportjait is, néha egy műszerben vegyesen is előfordul, mert gyakran nem könnyű eldönteni, hogy az egyik szerkezeti elem milyen típusú műszerhez tartozik.

Nem beszéltünk még részletekben a műszerek harmadik feladatáról, a ballisztika megállapításáról. Míg az emberi aggyal végzett számolásoknál a rovatos lőtáblázatból kivett adatokat dolgozzuk fel, addig a löelemképzőknél vagy lőtáblatesteket, vagy ballisztikus hengereket használunk.

A ballisztikus testek minden pontja megfelel a ballisztika valamely adatának, pl. emelkedésnek. A megfelelő pont helyét úgy tudjuk meghatározni, hogy két tetszőlegesen változtatható koordinátát, pl. magasságot és vízszintes távolságot használjuk e célra fel úgy, hogy a magasságnak megfelelően elforgatjuk, a vízszintes távolságnak megfelelően pedig elhúzzuk a testet. A kijelölt ponthoz tapintó támaszkodik és ennek elmozdulása felül meg a kívánt értéknek. Hasonlóképpen dolgozik a ballisztikus henger is, csak itt nem tapintóval, hanem a hengeren lévő görbék közül egyiknek követésével vesszük le a kívánt értéket.

A nyert adatok vagy távbeszélőn, de legtöbbször villamos szövközlő berendezéssel kerülnek a lövegekhez.

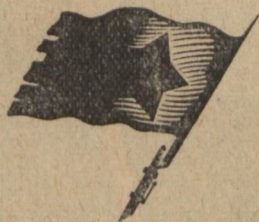
A löelemképzők akár szögsebességűek, akár lineárisak, automatikusak, vagy félautomaták lehetnek. A kérdést legegyszerűbben úgy lehetne megérteni, hogy példának vesszük a lőtáblatesthez hozzáérő tapintó elmozdulását. A tapintó villamos paránymérő berendezést (kapcsolót) működtet, mely szervomotorokat vezérel. Ezek a motorok adják tovább az értéket előfordulásban egyrészt a paránymérő kapcsolónak, másrészt a szerkezet többi működő részének, ahol ezen értékre éppen szükség van.

A félautomata műszerekben ezt a feladatot szintén elvégezzük, de villamos paránymérő helyett az emberi szemet használjuk fel (pl. görbék egyeztetésére) és a szervomotorok helyett is az emberi erőt alkalmazzuk (pl. görbék egyeztetésénél a kézikérék forgatására).

A kiszámított löelemeket (az oldal, a gyújtót és az emelkedést) még legtöbbször helyesbíteniünk kell. A löelemképzők rendszerüktől függően vesznek figyelembe egyes javításokat, másokat viszont elhanyagol-

nak. Javíthatjuk az elemeket, a szél, a légsúlyváltozás, a hőmérséklet-változás, a csőelhasználódás, a lövedéksúly, az oldalgás, a löelemképzőnek a tüzelőálláson kívüli felállítás, a töltőszám késedeleme miatt.

Néhány oldalon keresztül betekintést nyertünk a löelemképzők elvi működésébe. Láttuk, a feladat nem egyszerű. A légtér roppant sok pontjához nyúlhatunk, de csak néhány alkalmas arra, hogy ott a lövedéket robbantsunk abban az egy pillanatban, amikor a cél is ott tartózkodik. Gépszerkezetet használunk a feladat megoldásához. A technikus a problémák halmazata előtt áll és neki kell választania, hogy a komplikált, megoldásban csillogó, szellemesnek látszó kivitelhez nyúl-e vagy dialektikus materialista kritikát alkalmazva, kevésbbé bonyolult, de egyszerűsége miatt viszontagságokat bíró, harci gépnek megelőbb megoldást választja-e. A dicsőséges honvédő háború bebizonyította, hogy nyolont, nikkelezést és a fényűző kiállítást nélkülöző és a küzdelemnek célját ismerő harcosok által kezelt légvédelmi löelemképző hatásos, ágyúkat irányító készülék volt a moszkvaj csatában és ameyektől most is félniük kell a háború kirobbantásán mesterkedő imperialista agresszoroknak.



1.) Törekedni kell a csapatok magasfokú lökiképzésére és meg kell tanítani őket a harc összes neveiben a tűz helyes alkalmazására, a tűzzel való manőverezésre és összpontosított tűz használatára.

(Idézet a 02 sz. parancsból)

