34. évfolyam (2024) 1. szám 87–99. • DOI: 10.32562/mkk.2024.1.6

MŰSZAKI
KATONAI
KÖZLÖNY

Andóczi-Balogh András Ádám[1]

A hárompontos hátrametszés analóg megoldása a tüzér bemérő alegységek számára

Three Point Resection Analouge Solution for Artillery Survey Units

A Magyar Honvédség jelenleg folyó fegyverzetieszköz-beszerzése mellett a tüzérségi eszközök kiszolgálására és a tüzér felderítési feladatok korszerű ellátása miatt is új bemérő- és felderítőeszközöket szerzett be. Ezen eszközöket GPS- és/vagy giroszkópos iránymérő berendezéssel látták el, amelyek önállóan képesek hálózati irányszög meghatározására. Azonban a bemérési, koordinátamegállapítási módok és számítások analóg ismerete továbbra is elengedhetetlen. A számítások megoldásának ismerete nemcsak adott helyzetben az esetleges hibák feltárását és megoldását segíti elő, hanem adott esetben az elektronikus és digitális rendszerek hiánya, hibája esetén is biztosítja a feladatok időbeni és pontos végrehajtását. A hárompontos hátrametszés az egyik legkomplexebb számítási feladat, azonban sikeres végrehajtása esetén pontos hálózati irányszöget és koordinátát ad. A feladat megoldásának segítése és egységesítése érdekében 2019-től kezdve megoldólappal hajtották végre a számítási feladatokat a tüzértisztképzésben részt vevők. Az évek alatt a megoldólapot tovább pontosították és egyszerűsítették, olyan mértékig, hogy ezt követően a tüzér bemérő alegységek is használhatják.

Kulcsszavak: *bemérés, tüzér, számítás*

In addition to the ongoing procurement of armament equipment, the Hungarian Defence Forces has also acquired new survey and reconnaissance equipment to support field artillery and to perform artillery reconnaissance tasks in an up-to-date manner. These devices are equipped with GPS and/or gyroscopic direction finding equipment capable of autonomously determining the

[1] Egyetemi tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Műveleti Támogató Tanszék, e-mail: andoczi.balogh.andras.adam@uni-nke.hu

grid direction. However, an analogue knowledge of the methods and calculations of positioning and coordinate determination is still essential. The knowledge of how to solve these calculations not only helps to detect and solve possible errors in a given situation, but also ensures the timely and accurate execution of tasks in the event of the absence or failure of electronic and digital systems. The three-point resection is one of the most complex computational tasks, but when successfully performed, it provides an accurate grid direction and coordinate. To help and standardise the task, starting in 2019, the calculation tasks have been carried out with a solver by the artillery officer cadets. Over the years, the solution sheet has been further refined and simplified to the extent that it can now be used by field artillery survey sub-units.

Keywords: *survey, field artillery, calculation*

Bevezetés

A hárompontos hátrametszés a geodéziában a pontkapcsolásokhoz, a tábori tüzérségnél a bemérőeljárások között a metszésekhez tartozik. Ez matematikai feladat, amely során három ismert koordinátájú pontból, valamint egy ismeretlen pontból a pontok között mért belső szögek segítségével nemcsak az ismeretlen pont helye, hanem az ismeretlen pontból a középső pontra menő hálózati irányszög is meghatározható.

A Magyar Honvédség tüzérségénél ezt a számítási módot alapvetően a PSION kézi számítógép segítségével hajtják (hajtották) végre, mivel az analóg eljárás jelenleg nem szerepel a tábori tüzérség harcszolgálati szakutasításában. A *Tü/27 Szakutasítás a rakétacsapatok és a tüzérség harctevékenységének bemérő előkészítésére* című szabályzatban még szerepelt, azonban ezt a szabályzatot már kivonták, és a megoldáshoz logaritmustáblázatot, valamint fok-, fokperc- és fokmásodpercadatokat kellett alkalmazni.[2] A PSION kézi számítógépekből, amelyekhez volt hárompontos hátrametszést megoldó program, elöregedésük és pótlásuk hiánya miatt egyre kevesebb van. Az előzőekben említett okok miatt, valamint a tudás megőrzése és visszaépítése érdekében 2019-ben elkészítettem egy olyan segédletet, amely ennek a feladatnak az egyik, a lehető legegyszerűbb megoldását, valamint a számítások végrehajtásához szükséges lépéseket tartalmazza.

A feladat ismertetésekor SI-mértékegységeket, valamint a katonai vonásrendszert alkalmazom, megjelölve, hogy az a 6000 vagy a 6400 vonásos rendszer. A vonás irányértékének helyes jelölése 0-12 (értsd: tizenkét vonás), ameddig nem éri el a százas helyi értéket, százas helyi érték felett 01-56 (értsd: százötvenhat vonás).

[2] Tü/27 szakutasítás 1980: 58–66.

Bemérés

A tüzérbemérés terepi és számítási – esetenként szerkesztési – munkák összessége, amely során a harcrendi elemek derékszögű koordinátáját, tengerszint feletti magasságát és a tájolóirány irányszögét állapítjuk meg. A tüzérség számára a harcrendi elemek – legyen az tüzelőállás, figyelőpont, ellenőrző pont – koordinátáinak és a tájolóirányok irányszögeinek megállapítása elsődleges fontosságú, mivel a fegyvernem alapvetően megosztott irányzású tűzfeladatokat hajt végre nagy lő- és hatótávolságú fegyverrendszerekkel. Emiatt a bemérés során az adott területen végrehajtható bemérési eljárásokból mindig a lehető legnagyobb pontosságú és a lehető leggyorsabb megoldás alkalmazása kötelező.[3]

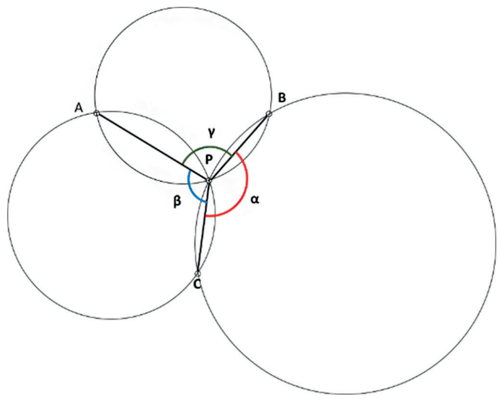
A hárompontos metszés előnye más bemérési eljárásokhoz képest, hogy ezzel az eljárással nem szükséges az adott tájolóműszert a feladat elvégzése előtt tájolni egy tájolópontra, és megállapítani a tájolóirány hálózati irányszögét, amihez szükség van az adott területre és műszerre egyedileg jellemző mágneses elhajlás értékére.[4] Ez az érték a Magyar Honvédség tüzérbemérő szabályai szerint a megállapítás helyétől maximum 10 kilométeres távolságig alkalmazható, attól távolabb újra meg kell állapítani. Tehát amennyiben a bemérőcsoportnak olyan területen kell végrehajtania a feladatát, ahol valamilyen tényező miatt nem állapítható meg a mágneses elhajlás értéke, akkor a hárompontos metszés eljárásának alkalmazásával pontos hálózati irányszöget lehet nyerni. Ezt az irányszögértéket a bemérési feladat folytatása során fel lehet használni az adott területre és műszerre jellemző mágneses elhajlás értékének megállapítására is.

Hárompontos hátrametszés

A hárompontos hátrametszés az a fajta pontkapcsolás (1. ábra), amely során egy ismeretlen pontról 3 ismert pont és a közöttük mért belső szögek segítségével állapítjuk meg az ismeretlen pont koordinátáit. A 1. ábrán látható A, B és C jelöli az ismert pontokat, valamint a pontok között mért belső szögeket α, β és γ.

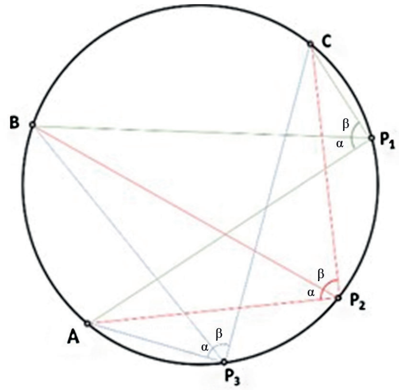
A hátrametszési feladatnak több megoldása van, például a Kupis József és Kruspér István-féle közvetlen megoldás vagy a Sossna-féle megoldás két segédkörrel. Az előbbi során háromismeretlenes egyenletrendszert kell megoldani, míg a második esetén két segédpontot kell kijelölni. Ezen koordináta geometriai megoldás, amely két kör metszéspontját számolja, többismeretlenes és másodfokú egyenletrendszer megoldásával hajtható végre. A feladatot minimum öt helyi értékű x és y koordinátával kell kiszámolni, ami a négyzetre emelt értékek miatt rendkívül bonyolulttá válik, továbbá a számítás során a körök középpontját is meg kell határozni a feladat megoldásához, ami tovább növeli a megoldás idejét és a hibalehetőségek számát.

[3] Tü/5 szabályzat 2015: 2.2.2. pont.
[4] Tü/5 szabályzat 2015: 4.2.3. fejezet.



1. ábra: Az ismert és ismeretlen pontok köré rajzolható körök
Forrás: a szerző szerkesztése

Azonban a feladat megoldásakor, bármely megoldási eljárással dolgozunk, előállhat olyan helyzet, amikor a feladat megoldhatatlan lesz. Ez azért történhet, mert amint az a 2. ábrán is látszik, a β szög a C, a P és a B pont köré írt kör CB-húrjához tartozó szög a P pontból, az α szög az A, a P és a C pont köré húzott AC-húr szöge a P pontból. Amennyiben a középső pont (B) ugyanarra a körre esik, voltaképpen az ismeretlen pontból az AB-, a BC- és az AC-húr P pontból mért szöge a körív bármely pontján ugyanannyi (2. ábra).



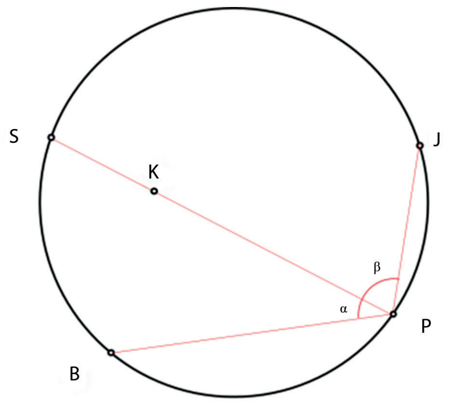
2. ábra: A hárompontos hátrametszés megoldhatatlansága
Forrás: a szerző szerkesztése

Ezt elkerülendő a bemérési feladat végrehajtása során, a pontok kiválasztásakor különös figyelmet kell fordítani arra, hogy az ismert pontok közül a középső a többi ponthoz képest távolabb vagy közelebb legyen, elkerülendő a fenti helyzet kialakulását.

A segédkörrel végrehajtott hátrametszés (Collins-féle megoldás)[5]

A feladat megoldási lehetőségei közül a Collins-féle megoldást választottam, amelyet egyszerűen, zsebszámológép nélkül, a lőtáblázatokban[6] található trigonometriai táblázatok segítségével, papíron számolva is meg lehet oldani. Természetesen alapszintű trigonometriai számításokra képes zsebszámológéppel a feladat végrehajtási ideje jelentősen lecsökken.

A megoldás egyszerűsítése érdekében, hogy a pontokat kevésbé lehessen összekeverni, az ismeretlen pontot P-vel, a bal oldali pontot B-vel, a középső pontot K-val, a jobb oldalit J-vel, a segédpontot pedig S-sel jelöltem. A feladatot segédkörrel kell végrehajtani. Ez a kör a B, a J és a P pontra szerkesztett kör, amelyre a P pontból a K ponton keresztül húzott egyenes és kör metszéspontjába segédpontot kell kijelölni, ez lesz az S pont (3. ábra). A P pontból a B és a K pont között mért belső szög az α, valamint a K és a J pont között mért belső szög a β.



3. ábra: A feladat során alkalmazott pontok és alapadatok
Forrás: a szerző szerkesztése

Az ismert pontok helyzete alapján két helyzet állhat elő. Az egyik esetben a középső pont a segédkörön belül, a második esetben a segédkörön kívül helyezkedik el. A kidolgozás során a két eset abban különbözik, hogy a számítás egyes lépéseinél, ha a körön kívül esik a középső pont, negatív értékeket kapunk eredményként. Ezeket az eseteket a megoldási folyamat bemutatása után jelzem.

[5] Csepregi–Gyenes–Tarsoly 2013: 164.

[6] A bemérési feladat során a bemérő alegység számára a lőtáblázat előírt felszerelés, mivel az átlőhetőség kiszámítása miatt szükséges. A trigonometriai táblázatok a Tü/5 szabályzatban is megtalálhatóak.

Végrehajtás

A végrehajtás során, miután a három ismert pontot és azok koordinátáját meghatároztuk, valamint a pontok közötti belső szögeket is, elsőként a bal és jobb oldali pontok távolságát kell kiszámolni (1. táblázat), amelyet a Pitagorasz-tétel segítségével lehet a legegyszerűbben meghatározni. Ehhez a jobb oldali pont koordinátájából ki kell vonni a bal oldali pont koordinátáját.

$$t_{BJ} = \sqrt[2]{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \tag{1}$$

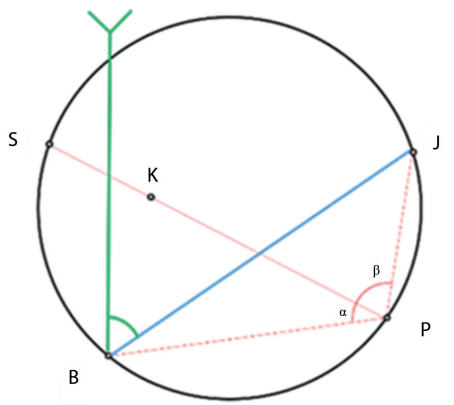
1. táblázat: Derékszögű koordináták különbségeinek meghatározása

X_J	$-X_B$	$=\Delta X$
Y_J	$-Y_B$	$=\Delta Y$

Forrás: a szerző szerkesztése

A kivonás sorrendje nem a távolságszámítás végrehajtásához szükséges, hanem a következő lépéshez, amely a B pontról J pontra menő hálózati irányszög értékének meghatározása, az alábbi képlettel:

$$tan^{-1}\frac{\Delta y}{\Delta x} = R^{7} \tag{2}$$



4. ábra: A bal és jobb oldali pontok irányszögének meghatározása
Forrás: a szerző szerkesztése

---

[7] Az R szögérték, amelyet a függőleges tengelytől kell mérni, mivel az alkalmazott trigonometriai számítás a derékszögű koordináta-rendszer függőleges tengelyétől adja meg a szögértéket.

A B és a J pont koordinátái különbségeinek előjele határozza meg, hogy az adott irányszög melyik térnegyedbe mutat. Az alábbi táblázatban látható, hogy hogyan kell az R szöggel az irányszöget meghatározni.

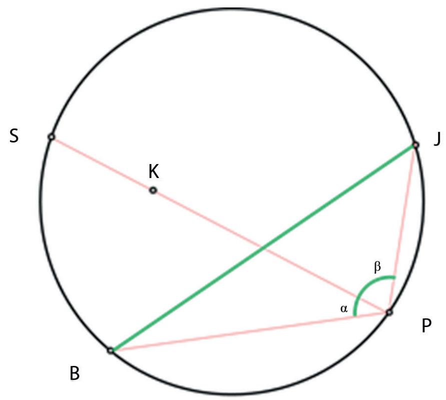
2. táblázat: Az R szögérték hálózati irányszöggé való átszámítása

$\frac{\Delta y}{\Delta x} = R = (BJ)$	$\frac{\Delta y}{-\Delta x} = 3000 - R = (BJ)$	$\frac{-\Delta y}{-\Delta x} = 3000 + R = (BJ)$	$\frac{-\Delta y}{\Delta x} = 6000 - R = (BJ)$

Forrás: a szerző szerkesztése

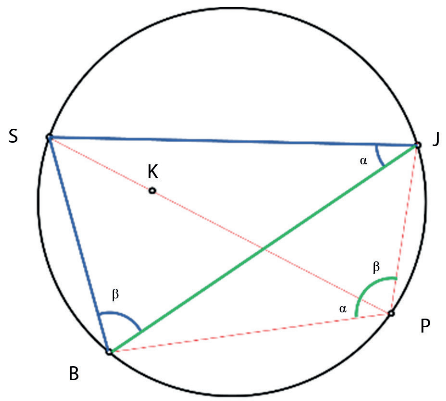
Miután a B és a J pont távolsága ismert, a körben a húr látószögének összefüggései miatt meg lehet határozni a kör átmérőjét (D). Egy körben a húr látószöge a köríven mindig állandó, emiatt lehetséges, hogy a BJ-távolsággal és a P pontból mért szöggel meghatározhatjuk a kör átmérőjét. Ehhez a P pontból a B és a J pont között mért belső szög értéke, valamint a B és a J pont távolsága szükséges (5. ábra).

$$D = \frac{t_{BJ}}{\sin(BPJ)} \tag{3}$$



5. ábra: A kör átmérőjének meghatározása
Forrás: a szerző szerkesztése

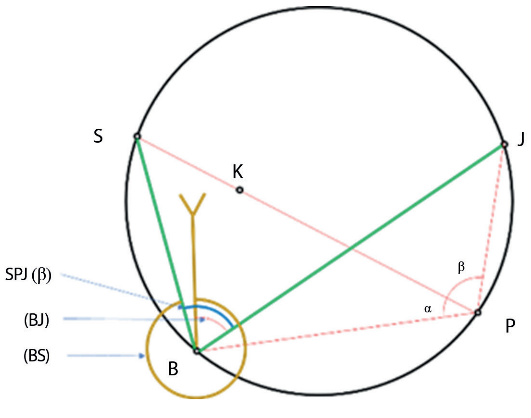
A következő két lépésben az S segédpont koordinátáit kell meghatározni. Elsőként a B és az S pont távolságát kell kiszámítani. Felhasználva ismét a húr látószögeinek összefüggését az SJB-szög egyenlő az SPB-szöggel (α), valamint az SPJ-szög egyenlő az SBJ-szöggel (β) (6. ábra).



6. ábra: A bal oldali és a segédpont távolságának meghatározása
Forrás: a szerző szerkesztése

A BJ-irányszög értékéből a β szöget kivonva a B és az S pont irányszögét kapjuk meg (7. ábra), illetve a kör átmérőjének kiszámításakor alkalmazott képletet átalakítva a B és az S pont távolságát lehet meghatározni. Abban az esetben, mint amelyik a 7. ábrán is látható, hogy β szögérték nagyobb, mint a BJ-irányszög, akkor az eredmény negatív érték lesz, amelyhez 60-00-t (64-00) hozzáadva megkapjuk a helyes hálózati irányszöget B pontról S pontra.

$$t_{BS} = D \sin(BPS) \ (\alpha)$$
$$(BS) = (BJ) - SPJ \ (+60\text{-}00) \text{ vagy } (+6400) \tag{4}$$



7. ábra: A bal oldali pont és a segédpont távolságának és irányszögének meghatározása
Forrás: a szerző szerkesztése

Ezen értékek megállapítása után egyszerű geodéziai feladattal,[8] egy ismert pontból irány és távolság ismeretével meghatározhatjuk az S segédpont koordinátáit. Ehhez a következő képleteket kell alkalmazni:

$$Y_S = Y_B + t_{BS} \sin(BS); \qquad X_S = X_B + t_{BS} \cos(BS) \tag{5), (6}$$

A P pont koordinátái meghatározásának egyik lényeges kérdése, hogy a K és az S pont milyen távol helyezkedik el egymástól. A veszélyes kör közelsége a K pont helyzetéhez a számítási pontosságot is meghatározza. Emiatt az S és a K pont távolságát is meg kell határozni, ezt ugyanúgy kell végrehajtanunk, mint azt a B és a J pont távolságánál tettük.

3. táblázat: A középső pont és a segédpont koordináta-különbségeinek meghatározása

X_K	$-X_S$	$=\Delta X$
Y_K	$-Y_S$	$=\Delta Y$

$$t_{CK} = \sqrt[2]{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \tag{7}$$

Forrás: a szerző szerkesztése

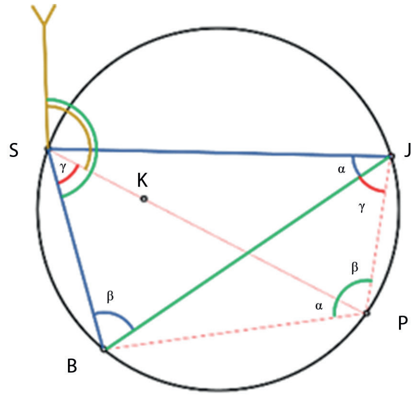
A két pont távolsága után az S pontról a K pontra menő hálózati irányszöget is meg lehet határozni a 2. táblázat segítségével, amely voltaképpen a K pontról a P pontra menő irányszög, amelyet 30-00-val (32-00-val, 6400 vonásos rendszerben) megfordítva megkapjuk a P pontról a K pontra menő irányszöget, amely a teljes feladat megoldásának egyik eleme.

$$\tan^{-1}\frac{\Delta y}{\Delta x} = R \rightarrow (SK) \tag{8}$$

Miután már rendelkezünk a B pontról az S pontra menő, valamint az S pontról a K pontra menő hálózati irányszöggel, a BS-hálózatiirányszöget 30-00-val (6400-s vonásrendszerben 32-00-val) megfordítva, majd abból kivonva az SK-szöget megkapjuk a BSK- (γ) szöget. Ezt, valamint a húrok látószögeinek összefüggéseit felhasználva meg lehet állapítani az S és a P pont távolságát. A 8. ábrán látható, hogy a BP-húr látószöge (γ) az S pontból ugyanaz, mint a J pontból. Valamint az SB-húr látószöge (α) a P pontból ugyanaz, mint a J pontból. Emiatt a J pontból az SP-húr hossza, tehát az S és a P pont távolsága megállapítható az alábbi képlettel:

$$t_{CP} = D \sin(BPS + BSP)$$
$$BPS + BSP = (\alpha + \gamma) \tag{9}$$

8 Más néven előremetszés vagy sarkeljárás.



8. ábra: Az ismeretlen pont távolságának meghatározása a segédpontról
Forrás: a szerző szerkesztése

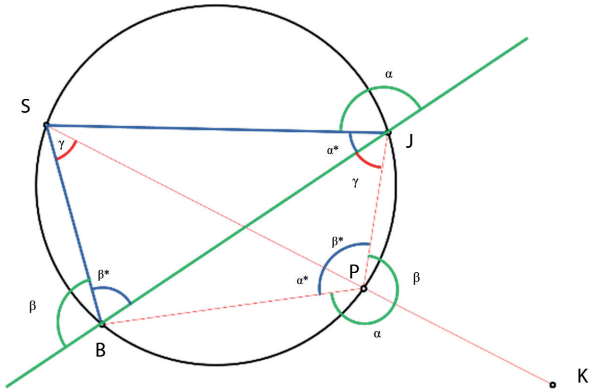
Az SP-távolság megállapítása után, ha a K és az S pont távolsága nem nulla, a hárompontos hátrametszés befejező lépése egy ismert pontból adott irány és távolság ismeretével a P pont koordinátájának meghatározása, amelyet az alábbi módon lehet megtenni:

$$Y_P = Y_S + t_{SP} \sin(SK); \qquad X_P = X_S + t_{SP} \cos(SK). \qquad (10), (11)$$

K pont a segédkörön kívül

Amennyiben olyan helyzet áll elő, amelynél a K pont a segédkörön kívül helyezkedik el, akkor az előbb felsorolt lépésekkel ugyanúgy kiszámítható a P koordinátája, csak a megoldás során negatív értéket kapunk. A következő számítások értéke változik negatívra:

1. $D = \frac{t_{BJ}}{\sin(BPJ)}$;
2. $t_{TB} = D \sin BS$; valamint a számított irány is 30-00-val tér el (32-00, ha 6400-as vonásrendszert használunk);
3. $BSK = SB - SK$;
4. $t_{SP} = D \sin(BPS + BSP)$.



9. ábra: A három ismert pont helyzete egy változatban, amikor a középső pont a körön kívül helyezkedik el
Forrás: a szerző szerkesztése

A feladat végrehajtása a Collins-féle megoldással – összevetve a többi megoldási módszerrel – nem nevezhető bonyolultnak, viszont figyelmet és pontosságot követel, hogy a bemérés során a megfelelő adatokkal hajtsa végre a feladatot a bemérést végző. Amennyiben a K és az S pont távolsága kicsi, vagy az eredmény közelít a nullához, akkor célszerű a pontok kiválasztását (bal, középső és jobb) megváltoztatni, s elölről kezdeni a feladatot. Ezt megelőzendő fontos, hogy a pontokat előzetesen is megfelelő sorrendben jelöljük ki.

Megoldólap

A megoldólapot a bemérési feladat végrehajtása segítésére szerkesztettem meg, hogy a végrehajtás során a bemérést végrehajtó ne hagyjon ki lépéseket, rendelkezésre álljanak alkalmazandó képletek, valamint rendelkezésére álljon hely és lehetőség, hogy a megfelelő adatokkal dolgozzon.

4. táblázat: A megoldólap

<table>
<tr><td colspan="5">Alapadatok</td></tr>
<tr><td>Pontok</td><td>Irányérték</td><td>Koordináta 'Y'</td><td>Koordináta 'X'</td><td>Magasság (m/n)</td></tr>
<tr><td>B</td><td></td><td></td><td></td><td>/</td></tr>
<tr><td>K</td><td></td><td></td><td></td><td>/</td></tr>
<tr><td>J</td><td></td><td></td><td></td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="3">$_{X}J$</td><td>$-X_B$</td><td>$=\Delta X$</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Y_J</td><td>$-Y_B$</td><td>$=\Delta Y$</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$</td><td>$=t_{BJ}$</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td></td></tr>
</table>

$\tan^{-1}\frac{\Delta y}{\Delta x} = R$				=(BJ)
$\frac{\Delta y}{\Delta x} = R = \propto$	$\frac{\Delta y}{-\Delta x} = 3000 - R = \propto$	$\frac{-\Delta y}{-\Delta x} = 3000 + R = \propto$	$\frac{-\Delta y}{\Delta x} = 6000 - R = \propto$	
$\frac{t_{BJ}}{\sin(BPJ)}$				$= 2R = D$
$(BJ) - SPJ$ (β)				$= (BS)$
$2R \sin (BPS)$				$= t_{BS}$
Y_B			$+ t_{BS} \sin (BS)$	$= Y_S$
X_B			$+ t_{BS} \cos (BS)$	$= X_S$
X_K			$-X_S$	$=\Delta X$
Y_K			$-Y_S$	$=\Delta Y$
$\sqrt[2]{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$				$= t_{SK}$
$\tan^{-1}\frac{\Delta y}{\Delta x} = R$				=(SK)
$(SB) - (SK)$				$=BSK$
$2R \sin (BPS + BSP) (\alpha + \gamma)$				$= t_{SP}$
Y_S			$+ t_{SP} \sin (SK)$	$= Y_P$
X_S			$+ t_{SP} \cos (SK)$	$= X_P$
a P koordinátája				(PK) = (SK ± 3000)

Forrás: a szerző szerkesztése

Emellett a lapon az adatokat, a számítások eredményét is be lehet írni, így a végrehajtónak nem kell külön lapon vagy füzetben dolgoznia, ezáltal a bemérési feladat dokumentálása is azonnal rendelkezésére áll.[9]

[9] Tü/5 szabályzat 2015: 2.2.5. pont.

Gyakorlati felhasználás

Az egyre növekvő digitalizáció mellett fontos a műveletek, bemérési eljárások analóg ismerete. A GPS-ek, inerciális iránymérővel ellátott lézertávmérők nagyban segítik és gyorsítják a bemérési feladatok végrehajtását. Azonban a rendszerek számításai, illetve koordinátameghatározása tőlünk független, és áramforrást igényel az alkalmazásuk. A GPS-ek zavarhatósága miatt, amennyiben nincs független forrásból származó koordináta, nem tudható a koordináta megállapításának pontossága.

Ezzel a módszerrel, ha rendelkezésre áll három ismert pont, akkor megfelelő pontossággal lehet egyszerre a koordinátát és az irányszöget meghatározni. A feladat elvégzése után a mért belső szögek segítségével a B és a J pontra menő hálózati irányszöget is meg lehet határozni. Illetve a B, a J és a P pont koordinátáinak segítségével ki lehet számolni a hálózati irányszögeket. Amennyiben a belső szögek és a PK-hálózatiirányszög, valamint a B, a J és a P pont koordinátái alapján kiszámított hálózati irányszögek mind egyeznek, akkor ez a bemérési feladat ellenőrzésének is elfogadható, nem kell másik eljárással végrehajtani a bemérés ellenőrzését.

A feladat végrehajtható akár 6000-es vagy 6400-as vonásrendszer alkalmazásával. Mivel trigonometriai számításokkal kell a feladatot végrehajtani, egyedül a vonás fokra való számítását kell a lehető legpontosabban végrehajtani. Ezt a 6000 vonásos rendszerben a vonásérték 0,06-tal való megszorzásával, 6400 vonásos rendszer esetén 0,05625-tel való szorzással kell megoldani. A másik lehetőség a 16,66666-tal (végtelen tizedes tört) való osztás a 6000 vonásos, valamint 17,7777 (szintén végtelen tizedes tört) a 6400-as rendszerben. Azonban az utóbbi két állandó, mivel végtelen tizedes törtek, nem ad pontos értéket, mivel a véges tizedes törttel való számítás pontosabb értéket ad, mint a végtelen tizedes törttel való. Például 3-00 vonásérték esetén, ha 16,666-tal való osztást végzünk, akkor 18,0007°-ot kapunk, a 0,06-tal történő szorzás esetén viszont a helyes 18° az eredmény. A nem nagy eltérés is jelentős hibát okozhat, mivel a hátrametszés során nagy távolságú pontokkal kell a feladatot végrehajtani, a szögeltérések a távolság függvényében lineárisan növekvő hibát hoznak létre, ami a végeredmény meghatározásakor további hibához vezet.

Felhasznált irodalom

Bemérőkatonák és alegységek szakkiképzési kézikönyve 267/386 (889/355) [é. n.].

Csepregi Balázs – Gyenes Róbert – Tarsoly Péter (2013): *Geodézia I*. Székesfehérvár: NYM.

Tü/27 Szakutasítás A rakétacsapatok és a tüzérség harctevékenységének bemérő előkészítésére (1980). Honvédelmi Minisztérium.

Tü/5 A Magyar Honvédség tábori tüzér és páncéltörő tűzalegységeinek harcszolgálati szabályzata (2015). Magyar Honvédség.