

4. előadás: Egyenesek, szögek, magasságok, kitűzése. A mérőállomások kitűzést segítő programjai.

A kitűzés a felmérés fordítottja, feladata valamilyen tervezett alakzat pontjainak megjelölése a terepen. Kitűzéskor az ideális „kell” állapotot közelítjük mindaddig, amíg a „kell” és a „van” állapot eltérése az adott feladatra vonatkozó hibahatár alá csökken; a kitűzést tehát minden esetben a kitűzött pontok ellenőrzése követi. A kitűzés fajtái:

1. Geometriai feltétellel adott pontok kitűzése:

- ♦ egyenes kitűzése: a kitűzött pontok legyenek egy olyan egyenesen, ami két pontjával már meg van jelölve;
- ♦ vízszintes szögek kitűzése: a kitűzendő szög „másik” szárának kitűzése; a szög csúcsa és az „egyik” szögcső már meg van jelölve.

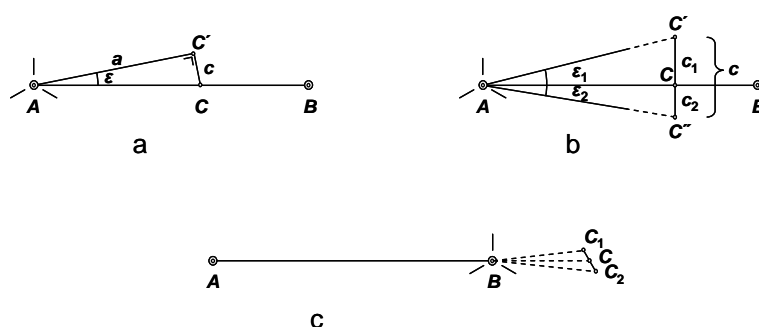
2. Koordinátákkal adott pontok kitűzése:

- ♦ adott vízszintes koordinátájú pontok kitűzése helyi vagy országos síkkoordináta-rendszerben;
- ♦ adott magasságú pontok kitűzése helyi vagy országos magassági rendszerben.

4.1. Egyenes vonalak kitűzése

Feltételezzük, hogy az egyenes két megjelölt pontja összelátszik, vagy legalább a kitűzendő pont(ok) környékéről látható. Csak a műszeres (teodolittal végzett) egyeneskitűzéssel foglalkozunk.

Egyenesbe intés (11-1. ábra) akkor végezhető, ha az egyenes két pontja összelátszik, és a műszer legalább az egyikén felállítható.



12-1. ábra. Egyenesbe intés: a – a távolság ismert, b – a távolság ismeretlen, c – kitűzés az AB szakasz meghosszabbításán

- ♦ ha a közelítő C' ponthelyre az $AC' = a$ távolság viszonylag egyszerűen meghatározható, akkor két távcsóállásban megmérjük az ε szöget, kiszámítjuk és a C' pontban az AC' egyenesre merőlegesen felmérjük a $c = a \tan \varepsilon$ kitűzési javítást;

- ha az a távolság nem mérhető meg egyszerűen, akkor két közelítő ponthelyet (C' és C'') jelölünk meg, majd megmérjük a $c = C'C''$ távolságot, két távcsőállásban megmérjük a ε_1 és ε_2 szögeket, kiszámítjuk a $c_1 = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \cdot c$ és a $c_2 = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \cdot c$ ki-tűzési javításokat (számítási ellenőrzés: $c_1 + c_2 = c$), végül a megfelelő közelítő ponthelyről kitűzzük a C pontot;
- ha az AB szakasz meghosszabbításán kell a C pontot kitűzni, akkor az egyik vég-ponton (B) felállva első távcsőállásban megirányozzuk a másik végpontot (A), a távcsövet áthajtva kitűzzük a C_1 pontot. A műveletet második távcsőállásban megismételve kitűzzük a C_2 pontot, majd a C_1C_2 szakasz felezőpontjaként kitűz-zük a C pontot.

Az **egyenesbe állással** (11-2. ábra) végrehajtott kitűzéshez elegendő, ha a kitűzendő C pont kör-nyékéről láthatók az A és a B pontok, és a teodolit is felállítható. A kitűzés menete:

- ha az a és a b távolságok egyszerűen meghatározhatók, akkor a C' közelítő pont-helyen felállva két távcsőállásban megmérjük a $C'A$ és $C'B$ irányok által bezárt szöget, majd kiszámítjuk az ε kiegészítő szöget. Ezután kiszámítjuk a $c = \frac{ab}{a+b} \cdot \frac{\varepsilon''}{\rho''}$ kitűzési javítást, amelyet a hosszabb szögszárra merőlegesen fel-mérve kitűzzük a C pontot;
- ha az a és a b távolságok nem mérhetők meg egyszerűen, akkor két közelítő pont-helyet (C' és C'') jelölünk meg, majd megmérjük a $c = C'C''$ távolságot, két táv-csőállásban megmérjük az ε_1 és ε_2 szögeket, kiszámítjuk a $c_1 = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \cdot c$ és a $c_2 = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} \cdot c$ kitűzési javításokat (számítási ellenőrzés: $c_1 + c_2 = c$), majd a meg-felelő közelítő ponthelyről kitűzzük a C pontot.

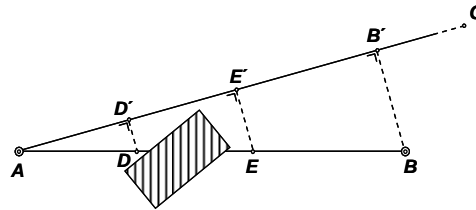


12-2. ábra. Egyenesbe állás: a távolságok a – ismertek, b – ismeretlenek

A kitűzés ellenőrzése: a C ponton felállva két távcsőállásban megmérjük a CA és a CB irányok által bezárt szöget. Hibátlan kitűzés esetén az AB szakasz közbülső pontjának kitűzésekor 180° -ot, szakaszon kívüli pont kitűzésekor 0° -ot kell kapjunk. Az eltérés és a szükséges pontos-ság ismeretében a kitűzés pontosítható.

Kitűzés akadályon át (11-3. ábra): megjelöljük a C pontot úgy, hogy az AC egyenes minél kö-zelebb haladjon az AB egyeneshez. Megkeressük a B' talppontot, és megmérjük a $B'A$ és a $B'B$ távolságokat. Megjelöljük a D' és az E' pontokat, majd megmérjük a $D'A$ és az $E'A$ távolságo-kat. Ezután kiszámítjuk és a megfelelő pontban merőlegesen felmérjük a $D'D = \frac{B'B}{B'A} \cdot D'A$ és az

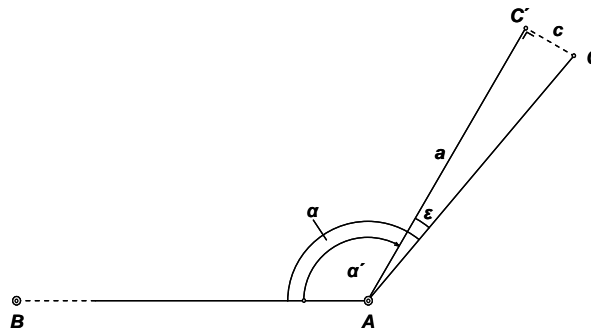
$E'E = \frac{B'B}{B'A} \cdot E'A$ távolságokat. A további pontokat az AD és az EB szakaszokon a szokásos módon tűzzük ki.



12-3. ábra. Egyenes kitűzése akadályon át

4.2. Vízszintes szög (műszeres) kitűzése

Tűzzük ki az A pontban az α vízszintes szöget úgy, hogy a szög bal oldali szögcsára az AB egyenes legyen (11-4. ábra). Az A ponton felállított műszerrel első távcsőállásban megirányozzuk a B pontot. A vízszintes körleolvasás értékét α -val megnöveljük, majd a távcsövet az új leolvasás irányába állítva kitűzzük a C' pontot. Megmérjük az $AC' = a$ távolságot, majd két távcsőállásban megmérjük a $BAC' = \alpha'$ szöget. Kiszámítjuk az $\varepsilon = \alpha - \alpha'$ és a $c = a \tan \varepsilon$ javításokat, végül a c kitűzési javítást a C' pontban a $C'A$ egyenesre merőlegesen felmérve kitűzzük a C pontot. Ellenőrzésül két távcsőállásban megmérjük az AC és az AB irányok által bezárt szöget; az eredmény alapján dönthetünk a kitűzés pontosításáról.



12-4. ábra. Vízszintes szög kitűzése

Egy másik – talán egyszerűbb – megoldás szerint két távcsőállásban kitűzzük a jobb oldali szögcsáron lévő C' és C'' pontokat, majd a $C'C''$ szakasz felezőpontját tekintjük a C pontnak. A kitűzést természetesen ebben az esetben is ellenőrizni kell.

4.3. Adott vízszintes koordinátájú pontok kitűzése

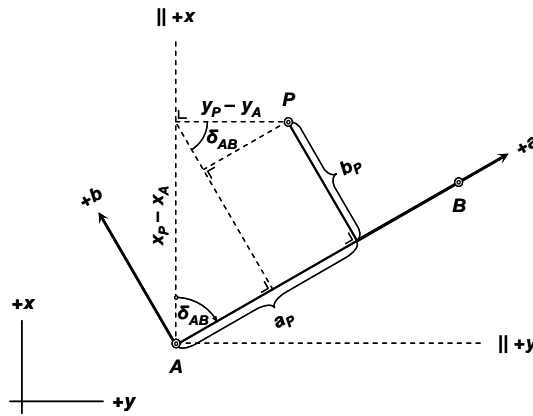
Derékszögű méretekkel végrehajtott kitűzéskor a kitűzendő pont koordinátáinak ismeretében a pont közelében lévő két alapponthoz képest a pont helyét egyértelműen kijelölő két derékszögű méretet keressük. Az egyik méret (az abszcissza) az alappontok összekötő egyenesén mint kitűzési vonalon az egyik alapponttól a kitűzendő pont talppontjáig mérendő távolság, a másik méret (az ordináta) pedig a kitűzendő pont és talppontja közötti távolság.

A 11-5. ábra alapján az a_P és a b_P kitűzési méretek az A és a B alappontok, valamint a kitűzendő P pont koordinátáinak ismeretében kiszámíthatók:

$$a_p = (y_p - y_A) \sin \delta_{AB} + (x_p - x_A) \cos \delta_{AB},$$

$$b_p = -(y_p - y_A) \cos \delta_{AB} + (x_p - x_A) \sin \delta_{AB},$$

ahol δ_{AB} értékét a második geodéziai alapfeladat megoldásából kapjuk.



12-5. ábra. Derékszögű kitűzési méretek

A gyakorlatban rendszerint több pont kitűzési méreteit számítjuk ugyanarra a kitűzési vonalra. A számítás ellenőrzése érdekében valamennyi pont kitűzési méreteit a pontot közvetlenül megelőző pont a és b kitűzési méreteiből valamint azok Δa és Δb növekményéből számítjuk ki. Az i -edik pont kitűzési méretei:

$$a_i = a_{i-1} + \Delta y_{i-1,i} \sin \delta_{AB} + \Delta x_{i-1,i} \cos \delta_{AB},$$

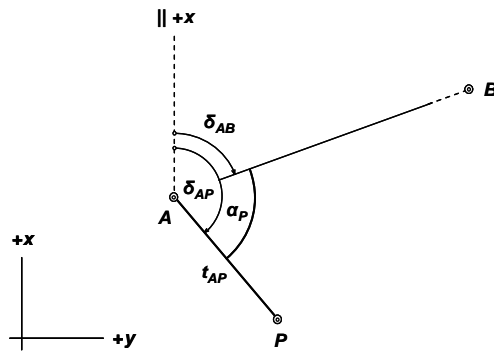
$$b_i = b_{i-1} - \Delta y_{i-1,i} \cos \delta_{AB} + \Delta x_{i-1,i} \sin \delta_{AB}.$$

A számítást mindig az A ponttal kezdjük és a B ponttal fejezzük be. Az előkészítés ellenőrzése: $\sum \Delta y = y_B - y_A$ és $\sum \Delta x = x_B - x_A$. Utolsóként és ellenőrzésül a B pont „kitűzési méreteit” is kiszámítjuk: $a_B = t_{AB}$ (értékét a δ_{AB} irányszöggel együtt második geodéziai alapfeladattal már kiszámítottuk) és $b_B = 0$.

A kitűzés megkezdése előtt vázlatot készítünk, amelyen szerepelnek a kitűzési vonalak, a kitűzendő pontok és valamennyi kitűzési méret. A kitűzés ellenőrzéséül néhány kitűzendő pont koordinátákból számított távolságát hossz-méréssel ellenőrizzük: a kitűzési vázlat ezeket a számított távolságokat is tartalmazza.

A fizikai távmérés elterjedésével (különösen a mérőállomások megjelenésével) a kitűzési módszerek közül a poláris méretekkel végrehajtható kitűzés került előtérbe.

Poláris méretekkel végrehajtott kitűzéskor a kitűzendő pont koordinátáinak ismeretében a pont közelében lévő A alapponthoz és az alappontból irányozható T tájékozó ponthoz képest a P pont helyzetét egyértelműen kijelölő α_P vízszintes szöget és a t_{AP} vetületi távolságot keressük. A szög csúcsa a közeli A alappont, bal oldali szára a tájékozó irány, jobb oldali szögcsúcsa a kitűzendő pontra mutató irány, a távolság pedig az alappont és a kitűzendő pont távolsága (11-6. ábra).



12-6. ábra. Poláris kitűzési méretek

A kitűzés lépései:

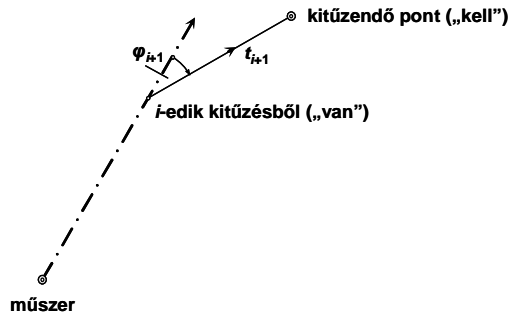
- a kitűzési méretek számítása; adottak az A , a B és a P pontok koordinátái, második geodéziai alapeladattal kiszámítjuk a δ_{AB} , δ_{AP} , t_{AP} mennyiségeket. A kitűzési méretek közül tehát a t_{AP} távolság már ismert, a kitűzendő szög $\alpha_P = \delta_{AP} - \delta_{AB}$;
- a kitűzési jegyzőkönyv összeállítása; az egy-egy műszerálláspontból kitűzendő pontok azonosítóját (pontszám) a szögek növekvő sorrendjében táblázatba foglaljuk, a pontszámok mellé írva a kitűzendő szögeket és távolságokat;
- a kitűzés végrehajtásához rendszerint mérőállomást használunk, így a tájékozódás után egyetlen gombnyomással nullázható a bal oldali szög-szárhoz tartozó vízszintes körleolvasás. A mérőállomás előnye az is, hogy adott nagyságú vízszintes távolságok a terepviszonyoktól függetlenül kitűzhetők. A távolságok kitűzéséhez meg kell említeni, hogy a koordinátákból vetületi távolság számítható. A **terepe**n kitűzendő és a **vetületi** távolság eltéréséből adódó ellentmondás feloldására a tervezési térképek alapelületétől gyakran választanak olyan síkot amely az építési nulla-szint magasságában helyezkedik el. Ebben az esetben a „vetületi” (tulajdonképpen alapelületi) távolságok vízszintes távolságokként közvetlenül kitűzhetők. A felhasznált állami alappontok koordinátáit természetesen át kell számítani az új „vetületre” (alapelületre);
- a kitűzés ellenőrzésére a kitűzött pontok közvetlen összemérése szolgál. Mérőállomást használva a programmal vezérelt mérés egyik programja szerint ugyanarról az álláspontból kitűzött két pont koordinátákból számított távolsága összehasonlítható a két távolságból és a közbezárt szögből koszinusz-tétellel számított távolsággal.

4.4. A mérőállomások kitűzést támogató programjai

Említettük már, hogy a kitűzés fokozatos közelítés a terv szerinti geometriai rend, a „kell” állapot megvalósítása felé. Nem közömbös tehát, hogy milyen gyorsan jutunk a „kell” állapot elfogadható közelségébe.

A mérőállomásokban általánosan használt kitűzési program a kitűzési javításokat a 11-7. ábra szerint állítja elő: az utolsó (i -edik) kitűzött „van” ponthely koordinátáinak kiszámítása után a program kiszámítja a ponthelyről kitűzendő φ_{i+1} szöget és t_{i+1} távolságot. Ha i -edik ponthelyként a műszerálláspontot „tűzzük ki” magáról a műszerálláspontból (zérus távolság „kitűzésével” tetszőleges irányban), akkor már első kitűzési javításként megkapjuk a műszerálláspontból kitűzendő szöget és távolságot. Egy másik megoldás szerint két segédpontot tűzünk ki a keresett ponttól

néhány méterre, majd a kitűzési javítások közül csak a távolságokat használva, mérőszalagos „ívmetszéssel” tűzzük ki a pont helyét. Egy másik program szerint a kijelzés a vízszintes körleolvasás és a vízszintes távolság „kell mínusz van” értéke, tehát a pont helyét akkor tűztük ki, amikor mindkét kijelzés zérus. A kitűzés pontosságának igazolására az utolsó kitűzésre vonatkozó „kell mínusz van” koordinátakülönbségek valamennyi esetben automatikusan tárolódnak.



12-7. ábra. Kitűzési javítások poláris kitűzéshez

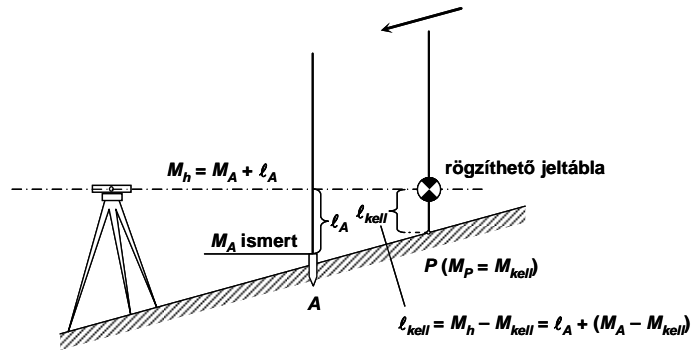
A kitűzést fényvetítő (*Tracklight*) és egyoldalú fénytelefon (*Unicom*) is segíthetik. A prizmat tartó figuráns a műszer felé fordulva vörös vagy zöld fényt lát aszerint, hogy jobbra vagy balra tért el a „kell” iránytól. A „kell” irány közelében már fehér fény látható, és működik a fénytelefon is, amelynek segítségével a műszer kezelője a prizmat a kitűzendő pontba irányíthatja.

A mérőállomások „magasságmérés távolból” (*Remote Object Elevation, ROE*) elnevezésű programjával magasság tűzhető ki, ha előzetesen mérést végezhetünk a kitűzendő pont függőlegesében bárhol elhelyezett, ismert magasságú prizma. A módszer tehát függőleges magasságtvitelre szolgál, és a mérnökgeodézia területén használatos. A prizma végzett mérés célja a műszer és a kitűzendő pont közötti vízszintes távolság meghatározása. Ennek ismeretében a prizma magasságának bevitele után a magassági körleolvasás pillanatnyi értékéből a program kiszámítja és folyamatosan kijelzi az irányvonal és a pontbeli függőleges pillanatnyi metszéspontjának magasságát. A távcsövet tehát addig forgatjuk a fekvőtengely körül, amíg a kijelzett érték a kitűzendő magasság lesz.

4.5. Adott magasságú szintfelület és a terep metszésvonalának kitűzése

Legyen a feladat egy völgyzárógát felvív felőli oldalán a legmagasabb duzzasztási szint mellett a vízzel borított terület határvonalának kitűzése. A szint magassága adott, így egy ismert magasságú szintvonal pontjait kell a terepen megjelölni. A megoldás lépései:

- kellő sűrűségben magassági alappontokat (a 11-8. ábrán az A jelű pont) határozzunk meg a kitűzendő magasság közelében;
- a szintezőműszert felállítva leolvasunk az A pontra állított lécen (l_A), majd kiszámítjuk az M_{kell} magassághoz tartozó $l_{kell} = l_A + (M_A - M_{kell})$ lécleolvasást. Ezt a lécleolvasást a szintezőléchez rögzíthető tárcsával megjelöljük;
- a függőlegesen tartott lécet a terepen az esésvonal mentén addig mozgatjuk, ameddig a tárcsával megjelölt lécleolvasás a műszer horizontsíkjaiba nem kerül, majd a lécz talpánál megjelöljük a kitűzendő határvonal egy pontját.



12-8. ábra. Ismert magasságú szintvonal pontjainak kitűzése

Az előadás anyaga az ajánlott irodalomban:

Krauter: Geodézia; 12.2 alfejet