

Bevezetés

A Geodéziai praktikum című jegyzet a építész és építőmérnök szakos hallgatók számára készült.

A jegyzet célja, hogy egységes keretbe foglalva megismertesse a hallgatókkal a mérnöki gyakorlat során előforduló legfontosabb geodéziai alapfeladatok mérés technikai és számítási részét.

A jegyzet készítésekor tekintettel voltunk arra, hogy az előadások és gyakorlatok órarendileg nem hozhatók teljes összhangba, ezért az alapfogalmak tekintetében rövid összefoglalót adunk, mely azonban nem helyettesíti az előadási jegyzetet.

Ezúton mondok köszönetet Dr. Riegler Péternek a jegyzet lektorálásáért, valamint

Dr. Göbölös Tamásnak, a jegyzetkészítés során nyújtott hasznos tanácsaiért. Ugyancsak köszönetemet fejezem ki Horváth Ágnesnek a gondos szerkesztési és a gépelési munkáért.

Pécs, 1999.

Dr. Aradi László

1. EGYENES VONALAK KITÜZÉSE

A gyakorlatban azt a műveletet, amikor az egyenes két végpontja között, vagy azok meghosszabbításában további pontokat jelölünk meg, nevezzük egyenes kitűzésének.

A továbbiakban azokat az egyenes kitűzési eljárásokat ismertetjük, melyeket akkor alkalmazunk, ha az egyenes két végpontja összelátszik, vagy legalábbis a kitűzendő pont helyéről látszik mind a két végpont.

Az egyenes kitűzése a távolságtól és a pontosság kívánalmától függően történhet szabad szemmel, távcsővel vagy teodolittal. Az egyenes kitűzésének módjai a beintés és egyenesbe állás.

1.1 Egyenes vonalak kitűzése beintéssel

Azt a műveletet, amikor a két végpontjában kitűzőrúddal megjelölt egyenesen belül helyezünk el az egyenesen további pontokat és a kitűzést érdemben végrehajtó személy nem tartózkodik a kitűzendő ponton, beintésnek nevezzük.

(1. ábra)

1. ábra

A beintést az alábbiak szerint végezzük el:

1. Az egyenes két végpontját kitűzőrúddal megjelöljük.
2. Elmegyünk az egyenes egyik végpontja mögé kb. 5-6 méterre (az 1. ábrán a B. mögé), a segéd munkás pedig egy kitűzőrudat visz a kitűzendő pont megközelítő helyére, s azt függesztve tartja.

3. Az egyenes két végpontján lévő kitűzőrúd érintősíkját nézve addig intünk és olyan irányban a segéd munkásnak, amíg annak kitűzőrudját az egyenesben nem látjuk.

Szabad szemmel végrehajtott egyenes kitűzésének megbízhatósága normális körülményeket figyelembe véve 200 m távolságig 2-3 cm-re tehető.

Beintésnél a következőket kell szem előtt tartani:

1. A segéd munkásnak a jelzőrudat a felső végéhez minél közelebb két ujjal, könyvedén, függesztve kell tartania.
2. A beintést karunk felemelésével (és nem kiabálással), nagyobb távolság esetén zászló (kendő, füzetlap) lengetésével végezzük.
3. A beintést egyértelműen (azzal a kézzel adjuk, amerre a segéd munkásnak mozdulnia kell).
4. Ha több pontot kell az egyenesbe beinteni, mindig a legtávolabbival kezdjük.
(2. ábra)

2. ábra

Ha valamilyen ok miatt nem tudunk az egyenes A vagy B pontja mögé menni, a beintést fokozatos közelítéssel oldjuk meg, segédpontok alkalmazásával.

1.1.1. Egyenes vonal kitűzése beintéssel két segédrúd alkalmazásával

Az eljárást egy konkrét feladat kapcsán mutatjuk be. A 3. ábrán látható A és B pontok távolságát meg kívánjuk mérni mérőszalaggal. Az A és B pont a szalaghosszak többszöröse és nem látszik össze, ezért a szalagnak az egyenesbe fektetéséhez ki kell tűznünk, - célszerűen a töltés koronán - az egyenesnek további pontjait.

A kitűzés során először az A és B ponton kitűzőrudat helyezünk el, majd pedig tetszőlegesen a töltésen (de célszerűen az egyenes közelében) az S_1 segédrudat. Ezt követően az S_1B egyenesbe beintjük S_2 -t. Most az S_1 -et kihúzzuk, és beintjük az S_2A egyenesbe. Ily módon a beintést addig folytatjuk, amíg az S_1 mögül nézve az S_2 az S_1B egyenesbe, az S_2 mögül nézve az S_1 az S_2A egyenesben nem látszik.

3. ábra

1.1.2. Egyenes vonal kitűzése beintéssel három segédrúd alkalmazásával

Az eljárást ismét egy konkrét feladat kapcsán mutatjuk be. Tétélezzük fel, hogy a 3. ábrán feltüntetett töltés olyan széles, hogy S_1 -ből nem látható B (és fordítva), továbbá S_2 -ből sem látszik A (és fordítva), de az S_1 és S_2 közé helyezett S-ből látható mind A, mind B (és fordítva). A kitűzést az alábbiak szerint hajtjuk végre: (4. ábra)

4. ábra

Kitűzzük az egyenes közelében S-et, majd beintjük az SA és SB egyenesbe az S_1 és S_2 segédrudat. Ezután S-t kihúzzuk és beintjük az S_1S_2 egyenesbe.

Most S_1 -t és S_2 -t húzzuk ki, és intjük be új helyükre. Elmondottakat addig folytatjuk, míg S mögül nézve S_1 az SA, S_2 az SB, ugyanakkor S_1 mögül nézve S az S_1S_2 egyenesébe esik.

1.2. Egyenes vonalak kitűzése beállással

Abban az esetben, ha a kitűzendő pont az AB egyenes meghosszabbításába esik (az AB tartományon kívül van) és ez a meghosszabbítás nem nagyobb az AB távolság harmadánál, valamint ha nem törekszünk túlzott pontosságra, a feladatot beállással oldjuk meg.

A beállítandó jelzőrudat magunk előtt tartva lógatjuk a levegőben, s addig visszük jobbra-balra, míg széleit az A és B jelzőrudak közös érintősíkjaiban nem

látjuk. Ha az egyenes több pontja tűzendő ki, akkor az egyes végpontjához távolabb esővel kezdjük. (5. ábra)

5. ábra

1.3. Példák az egyenes kitűzési módok alkalmazására

Feladat: mérési vonal két végpontját szeggel megjelöltük az épület falán (6. ábra). A végpontok távolsága 126 m. Kitűzendő az egyenes további pontja a felezőpont közelében. Az így kitűzött pont ± 5 cm-re legyen az egyenesben.

6. ábra

Mivel sem A sem B pont mögé nem tudunk állni, de jó összelátási viszonyok vannak, két segédrúd alkalmazásával célszerű az egyenest kitűzni. A és B pontot kitűzőrúddal megjelöljük, majd a már leírtak szerint járunk el.

Feladat: kitűzendő az A, B valamint C, D pontok által meghatározott egyenesek metszéspontja 20 cm pontossággal.

7. ábra

A feladatot egyenesbe állás alkalmazásával fokozatos közelítéssel oldjuk meg:

(7. ábra)

- megjelöljük A, B, C és D pontokat kitűzőrúddal, majd felállunk kitűzőrúddal S közelítő helyén (1)
- beállunk az AB egyenesbe (2)
- a CD egyenesre közel merőlegesen mozgatva beállunk CD egyenesbe (3)
- az AB egyenesre közel merőlegesen mozgatva beállunk az AB egyenesbe (4)
- a fenti közelítést folytatjuk mindaddig, míg akár AB, akár CD egyenes felé nézünk, kitűzőrudunk egyenesbe áll.

2. TÁVOLSÁGOK MEGHATÁROZÁSA

Alsó geodéziai számításainkban rendszerint két pont *vízszintes távolsága* szerepel. Így a továbbiakban ennek meghatározásával foglalkozunk. A távolság meghatározásának közvetlen módját hosszmérésnek, közvetett pedig távmérésnek nevezzük.

2.1. Hosszmérés

A hosszmerési eljárások közös jellemzője, hogy a megméréendő hosszat valamilyen hosszmerőeszközön megjelölt hosszúsággal hasonlítjuk össze.

A geodéziai gyakorlatban a hosszmerés eszköze a mérőléc és mérőszalag. A leggyakrabban használt mérőeszköz a mérőszalag. Az ipari gyakorlatban két fajtája terjedt el, a *keretes* (végvonásos) vagy földmérőszalag és a nyeles, vagy tokos kivitelű *kézi* mérőszalag. A keretes mérőszalag 20 vagy 50 m-es kivitelben készül deciméteres beosztással, s tartozik hozzá még 11 db jelzőszeg 2 karikával. A kézi mérőszalagot általában 10, 20, 30 méteres hosszban készítik, rendszerint cm-es beosztással.

2.1.1. Hosszmérés keretes (végvonásos) mérőszalaggal

Sokszögoldalak, alapvonalak (e fogalmakról később lesz még szó) hosszának közvetlen meghatározását rendszerint keretes mérőszalaggal végezzük. A mérőszalag fogantyúját a 8. ábra szemlélteti.

8. ábra

A mérés a mérendő vonal kitűzésével kezdődik. Ennek során a vonalat átlag 50 lépésenként elhelyezett (az egyenes egyik végpontjáról beintett) jelzőrudakkal megjelöljük. A mérés megkezdésekor két munkás kihúzza az egyenesbe a mérőszalagot. A hátul lévő munkás a szalag végét közelítőleg a kezdőpontra illeszti és a szalag másik végét az egyenes vonalába inti. Az elől lévő munkás a

szalag végének lehelyezése előtt a szalagot kissé felcsapja, hogy teljes hosszában az egyenesbe illeszkedjék. Ezután a hátul lévő munkás pontosan a kezdőpontra illeszti a szalagvéget (végvonást), az elől lévő pedig fokozatosan megfeszíti a szalagot és a végén végvonásnál egy mérőszeget szúr a talajba.

(A mérés megkezdésekor valamennyi mérőszeg egy karikán, az elől haladó munkásnál van. A hátul lévő munkásnál van az üres karika.) Most tovább viszik a szalagot mindaddig, míg a hátul lévő munkás a földbeszúrt mérőszeghez ér, amikor is a szalagvég végvonását a szeghez illeszti. A szalagot ismét az egyenesbe inti, az elől lévő munkás csaptatja, megfeszíti és a végénél ismét leszúr egy szeget. Mielőtt tovább mennek a hátul lévő munkás a szeget kihúzza és karikájára fűzi. A leírt műveletet addig folytatják, amíg a mérendő távolság végpontja az utoljára lemért mérőszeghez illesztett mérőszalag hosszán belül nem kerül. Most leolvassuk a szalagot a távolság végpontjánál.

A *ferde távolságot* úgy számítjuk ki, hogy a mérőszalag hosszát megszorozzuk a hátul lévő mérőszegek számával és hozzáadjuk a távolság végpontján tett leolvasást.

A mérést kétszer (oda és vissza) végezzük és a mérés eredményének a kettő számtani középértékét tekintjük. (A szalag hőmérsékleti redukcióját alsógeodéziai méréseknél rendszerint elhanyagoljuk).

Szilárd burkolatú terepen a szalag végvonásának helyét vésővel vagy árral karcoljuk a kövezetbe. Számításainkhoz a mért ferde távolságot a *vízszintesre kell redukálni*. A leghelyesebb eljárás a mért távolság redukálására az, ha a pályát a hosszméréssel egyidőben beszintezzük (a műveletről később tanulunk).

Egyenetlen terep esetében minden jellemző töréspontot be kell vonni a mérésbe. Ez esetben a jellemző töréspontoknál is le kell olvasni a szalagot, s a redukálást szakaszonként végezzük.

Kisebb pontosságot igénylő méréseknél (mezei méréseknél) csak a távolság kezdő és végpontjainak magasságkülönbségét mérjük és a teljes hosszat egy lépésben redukáljuk a vízszintesre.

A magasságkülönbségből eredő számítás mindig negatív előjelű és nagysága

$$\Delta v = \frac{\Delta m^2}{2 \Delta l}$$

ahol Δm a töréspontok magasságkülönbsége

Δl a redukálendő ferde távolság

Így a vízszintes távolság egy irányban

$$t_v = t_{\text{ferde}} - \Delta v$$

A teljes vízszintes távolság

$$t_v = \frac{t_{v \text{ oda}} + t_{v \text{ vissza}}}{2}$$

A magasságkülönbségből eredő javítási redukciókat célszerű táblázatba foglalni, amelyek a különböző Δm értékekhez tartozó redukciókat a méréssel egyidejűleg kiírhatjuk. Ha a méréstől csak kisebb pontosságot kívánunk, akkor lejtős terepen végezhetünk *lépcsőzetes mérést*. Ez esetben a mérőszalag hátsó végét a földön tartjuk, elől menő végét pedig felemeljük annyira, hogy a hátsóval kerüljön egy magasságba, majd a végvonást függővel a talajra vetítjük. A mérőszalagot a függővel kijelölt helyre szúrjuk (ez a művelet rendszerint még egy segédmunkást igényel). Meredekebb lejtőn a vetítést 10, esetleg 5 méterenként végezzük. A lépcsőzetes mérésnél gondosan ügyelni kell a szalag feszességére, mert a belógás nagymértékben ronthatja mérésünket.

Mérési eredményeinket jegyzőkönyvben rögzítjük:

Ferdén mért távolság redukálása vízszintesre

2.1.2. Példák ferde hosszak vízszintes redukálására

Feladat: sokszögoldal két végpontja (A és B) közti ferde (mért) távolság 84,60 m. A szintezésnél meghatározott magasságkülönbség 3,10 m. Mekkora a vízszintes távolság?

Magasságkülönbségből eredő redukció:

$$\Delta v = \frac{\Delta m^2}{2\Delta l} = \frac{3,1^2}{2 \cdot 84,60} = 0,057 \text{ m} = 0,06 \text{ m}$$

$$t_v = t_f - \Delta v = 84,60 - 0,060 = 84,54 \text{ m}$$

Feladat: sokszögvonala két pontja közti ferde (mért) távolság 74,40 m (9.ábra). A mérést 20 m-es keretes szalaggal végeztük. A szalagvégpontok magasságkülönbsége

$$\Delta m_1 = 0,45 \text{ m}$$

$$\Delta m_2 = 0,37 \text{ m}$$

$$\Delta m_3 = 0,50 \text{ m}$$

$$\Delta m_4 = 0,20 \text{ m}$$

9. ábra

A redukációs táblázatból kivehető:

$$\Delta v_1 = 5,1 \text{ mm}$$

$$\Delta v_2 = 3,5 \text{ mm}$$

$$\Delta v_3 = 6,2 \text{ mm}$$

$$\underline{\Delta v_4 = 1,4 \text{ mm}}$$

$$\Delta v = 16,2 \text{ mm} = 2 \text{ cm}$$

$$t_v = t_f - \Delta v = 74,40 - 0,02 = 74,38 \text{ m}$$

2.2. Távmérés

A távmérés azt jelenti, hogy nem magát a meghatározandó távolságot, hanem vele összefüggésben lévő más mennyiséget mérünk meg, majd a keresett távolságot a mért mennyiségekkel fennálló összefüggésekből számítjuk.

A távmérési eljárásokat két fő csoportra osztjuk:

1. távmérés geometriai alapon
2. távmérés fizikai alapon.

A geometriai alapon működő távmérési eljárások mindig *háromszög számításra* vezethetők vissza.

A fizikai alapon működő távmérők a fényhullámoknak vagy rádióhullámoknak a mérendő távolság oda-vissza befutásához szükséges *idő* megmérésén alapulnak. (A fény terjedési sebessége ismert, az időt mérjük, az út számítható).

2.2.1. Távmérés teodolittal és bázisléccel

Helyezzük el a mérendő távolság egyik végpontján egy bázisléccet, melyen megelőzően egy ismert "b" hosszúságú alapvonalat jelöltünk ki. A bázisléc legyen merőleges a mérendő alapvonalra (10. ábra).

Erről meggyőződhetünk, ha a teodolit távcsövével beirányozzuk a bázislécen lévő dioptrát. Ha abban egy függőleges fénylő csíkot látunk a merőlegesség biztosított.

10.ábra

Ha az ε vízszintes szöget (távmérőszöget) teodolittal megmértük, a keresett vízszintes távolság:

$$t_v = \frac{b}{2} \operatorname{ctg} \frac{\varepsilon}{2}$$

A bázisléc hossza rendszerint 2 m, ebben az esetben

$$t_v = \operatorname{ctg} \frac{\varepsilon}{2}$$

Vagyis a mérendő távolság a távmérőszög felének cotangensével lesz egyenlő.

A gyakorlatban számos táblázat készült, melyekből ε függvényében a távolság meghatározható.

A méréshez olyan teodolit használandó, amellyel a távmérőszöget (1"-2") középphibával lehet megmérni.

Táv mérés bázisléccel (folyamatábra).

Eszközök: Teodolit állvánnyal (tizedmásodperc leolvasóképességű) Bázisléc állvánnyal.

Feladat: ismeretlen távolság egyik végpontján teodolitot, a másik végpontján bázisléccet állítottunk fel, s mértük a távmérőszöget. Mekkora a távolság? A két fordulóban mért szög számtani közepe: $\varepsilon = 1^{\circ} 26' 42''$.

A táblázatból közvetlenül kiolvasható $1^{\circ} 26' 40''$ -hez tartozó távolság:

$$\begin{array}{r} t = 79,328 \\ \text{interpolált érték (2"-re)} \quad - \quad \frac{31}{} \\ \hline t = 79,297 \text{ m} \end{array}$$

A bázisléccel való távolság meghatározásánál a mérhető távolság növelhető, ha a bázisléccel először egy ségédbázist (s) fejlesztünk ki.

Kétméteres bázisléccet alkalmazva az alábbi lécelrendezést célszerű alkalmazni, hogy 1/10000 relatív középhibát ne lépjük túl.

1. A mérendő távolság 50 m-nél nem nagyobb (11. ábra)

$$t = \text{ctg} \frac{\varepsilon}{2}$$

11. ábra

2. A mérendő távolság 120 m-nél nem nagyobb (12. ábra)

$$t = t_1 + t_2 = \text{ctg} \frac{\varepsilon_1}{2} + \text{ctg} \frac{\varepsilon_2}{2}$$

12. ábra

3. A mérendő távolság 400 m-nél nagyobb (13. ábra)

$$t = \operatorname{ctg} \frac{\varepsilon}{2} \cdot \frac{\sin(\varepsilon_1 + \beta)}{\sin \varepsilon_1}$$

13. ábra

4. Távolság 1200 m-nél nem nagyobb (14. ábra):

$$t = \operatorname{ctg} \frac{\varepsilon}{2} \left[\frac{\sin(\varepsilon_1 + \beta_1)}{\sin \varepsilon_1} + \frac{\sin(\varepsilon_2 + \beta_2)}{\sin \varepsilon_2} \right]$$

14. ábra

A hibaterjedés szempontjából igen előnyös, ha nagyobb távolságot több közel egyenlő hosszú szakaszra bontunk fel és szakaszonként mérjük meg.

A 15. ábrán egy hosszú egyenest célszerűen 150 m-es szakaszokra bontva mérünk meg:

15.ábra

$$t = t_1 + t_2 + \dots + t_n = \operatorname{ctg} \frac{\varepsilon_1}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\varepsilon_2}{2} + \dots + \operatorname{ctg} \frac{\varepsilon_n}{2}$$

2.2.2. Távmérés SOKKIA REDMINI 2 elektrooptikai távmérővel.

A távmérővel való méréskor a mérendő távolság egyik végpontján a műszert a másik végpontján a visszaverő prizmat állítjuk fel. (16.ábra)

A műszer energiaforrásául egy 12 V- os akkumulátor szolgál. A műszer ferde távolságot mér, melyet - ha mérjük a zenitszöget és azt a műszerrel közöljük - a vízszintesre vagy függőlegesre redukál azaz magasságkülönbséget ad.

16. ábra

A távmérő távcsövének okuláris felé eső oldalán található a kezelő billentyűzet és a kijelző (17.ábra)

17. ábra

Alapfelszereltségben a műszer ferde távolságok mérésére alkalmas - a beállítástól függően - láb vagy méter dimenzióban. A távmérő egy csatlakozó segítségével teodolit távcsövére helyezhető, de önállóan is használható egy erre szolgáló tartóval.

A mérés u.n. *standard* (a kijelzőn nincs jelezve) vagy *követő* (a kijelzőn TRK felirat található) üzemmódban dolgozik.

Standard üzemmódban a távolságot mm élességgel méri a műszer, míg *követő* üzemmódban a mérés indítást követően 2,5 mp múlva megjelenik a kijelzőn a távolság cm élességgel, majd ezt követően 0,3 mp-ként új mérést végez a műszer anélkül, hogy a mérés indító gombot megnyomnánk (ily módon a mozgó prizma pillanatnyi távolságát tudjuk ismételt mérésindítás nélkül meghatározni).

A távmérő bekapcsolását követően a képernyőn a 18. ábrán látható jel jelenik meg.

18. ábra

mely kb. 2 mp után ha az akkumulátor töltöttsége megfelelő a 19. sz ábrán láthatóra vált.

19. ábra

Ahol az *első számjegy csoport* (két szám) jelenti a beállított *prizmaállandó* értékét, mely - 99 és + 99 között változtatható, de a műszerhez gyárilag rendszeresített prizma állandója - 30, vagy -40. Így csak azt kell ellenőriznünk, hogy a pillanatnyilag használt prizma állandója (mely a prizma oldalperemén feliratozva látható) megegyezik-e a beállított értékkel. Az átállítási lehetőséget később ismertetjük.

A *második számjegy csoport* (három szám) jelenti az *atmoszférikus korrekció* értékét mely - 199 és + 199 között változtatható - a hőmérséklet és légnyomás változásának függvényében - a később ismertetett módon.

Erről fontos tudnunk, hogy + 15 C^o-on és 760 Hgmm légnyomás mellett értéke \emptyset , ami azt jelenti, hogy átlagos mérési körülmények között - amennyiben a mérnöki gyakorlatban általában szükséges felmérési pontosságot el tudjuk fogadni - ezen az értéken nem kell változtatni.

A második számjegycsoport mögött található egy betű, mely nagy M vagy L attól függően, hogy a távolság mérése méter vagy láb dimenzióban történik.

A második számjegy csoport alatt található betűk - TRK - csak akkor látszik, ha a távmérés *követő üzemmódban* történik. *Standard üzemmód* esetén már utaltunk rá, nincs betűjelzés. A mérőjel erősség elegendő (csillag) jelzés az irányítást követően jelenik meg, ha elegendő a méréshez a prizmáról visszaérkező fényerősség.

Ha az akkumulátor lemerült a 20. ábrán látható kiírás jelenik meg a kijelzőn

20. ábra

2.2.2.1. Ferde távolságok mérése

A hazai gyakorlatban alábbiak szerint végezzük a ferde távolság mérését.

1. *A mérendő távolság egyik végpontján a távmérőt, a másik végpontján a prizmát állítjuk fel.*

Ha a távmérőt teodolitra szerelve használjuk, akkor a teodolit pontraállítását és állótengely függőlegessé tételét végezzük el, majd ezt követően helyezzük a távmérőt a teodolit távcsövére. Felhelyezést követően az állótengely függőlegességét ellenőrizni kell.

2. *Lemérjük a h_m műszer - illetve h_j jelmagasságokat (zsebmérőszalaggal)*

Ha a távmérőt részletpontok távolságának meghatározására használjuk a prizmát, egy változtatható hosszúságú prizmabotra szerelve visszük a bemérendő pontokra. Ez esetben számítások egyszerűsítése végett a prizmabot hosszát a lemért műszermagasság értékére állítjuk azaz a $h_m = h_j$ helyzet áll elő.

3. *Megirányozzuk a prizmát.* Az irányzás történhet a távmérő távcsövén keresztül, de történhet a teodolit távcsövével is, attól függően milyen

prizmahordozót használunk. Részletpont távolságok meghatározásánál általában a távmérő távcsövével irányzunk a prizmára. (Ügyeljünk a műszermagasság és jelmagasság hovatartozásának a meghatározására.).

4. *A POWER gomb benyomásával bekapcsoljuk a távmérőt.*

Megjelenik a 18. ábra, majd 2 mp után a 19. ábra a kijelzőn.

Ha a kijelzőn a csillag (*) jelzés nem jelenik meg, akkor kevés a visszajövő jelerőssége. Ennek okai következők lehetnek:

- Pontatlan irányzás
- Kevés a prizmák száma
- Igen kedvezőtlen légköri viszonyok

5. *Elindítjuk a mérést a mérést indító gomb benyomásával.*

A mérés indítását egy rövid sípoló hang jelzi. Ferde távolság mérése közben a kijelzőn a jelet látjuk villogni.

A mérés befejeztével ismét egy rövid sípoló hangot hallunk, majd a kijelzőn megjelenik a mért ferde távolság (21. ábra).

21.ábra

Az első mérés eredményének kijelzése után elkezdődik a második mérés, majd a harmadik (tehát a műszer ismételve mér). Ha az indító gombot ismételt mérés közben megnyomjuk, akkor leáll a mérés ismétlése, a kijelzőn a legutolsó mérés eredménye lesz látható.

Az így kapott ferde távolságot a további számításokhoz a vízszintesre kell redukálni. Ehhez szükséges a magassági szöget (vagy műszertől függően a zenitszöget) mérni és az alábbi számításokat elvégezni:

$$t_v = t_f \cdot \cos \alpha \text{ (magassági szög mérése esetén)}$$

vagy

$$t_v = t_f \cdot \sin z \text{ (zenit szög mérése esetén)}$$

A geodézia számításához mindig vízszintes távolságot használhatunk fel.

Megjegyezzük, hogy a redukálást nem csak vízszintesre, hanem a függőlegesre is elvégezhetjük és ez esetben tulajdonképpen a magasságkülönbséget kapjuk meg.

A magassági szög (vagy zenit szög) mérését teodolitra szerelt távmérő esetén azon idő alatt, míg a műszer a távolságot méri elvégezhetjük (hisz ez a magassági körön való leolvasást jelent csak).

A P pont magasságát az alábbiak szerint számítjuk:

$$M_P = M_A + hm \pm \Delta_m - h_j$$

Δ_m előjele a magassági (illetve zenit) szögtől függ.

2.2.2.2. Táv mérés billentyűzet alkalmazásával

A REDMINI 2 objektív felőli homloklapján található egy csatlakozási lehetőség egy billentyűzet számára.

A billentyűzet a funkciók kiterjesztését teszi lehetővé.

Az egyes gombok értelmét az alábbiakban adjuk meg:

- standard és tracking üzemmód váltó
- tizedes pont / kitűzési adat mérése
- előjel váltó / adat kihívása a memóriából
- törlés / prizmaállandó bevitele
- "1" számjegy / kitűzendő távolság bevitele
- "2" számjegy / zenitszög bevitele
- "3" számjegy / atmoszferikus korrekció bevitele
- "4" számjegy
- "5" számjegy
- "6" számjegy

- "7" számjegy / ferde távolság mérése
- "8" számjegy / vízszintes távolság mérése
- "9" számjegy / magasságkülönbség mérése
- "0" számjegy
- adat tárolása a memóriába
- a mérés folyamatának leállítása

Ferde távolság mérése

Az előzőekben már ismertetett előkészületek (pontraállítás, irányzás stb. és bekapcsolás) után a mérést a billentyűzet 7-es számjelű gombjával indítjuk és ha nem kívánjuk a mérések további ismétlését a CA gomb megnyomásával állítjuk be. A kijelzőn a 21. ábra szerint a ferde távolság jelenik meg.

Vízszintes távolság vagy magasságkülönbség mérése

Ha vízszintes távolságot vagy magasságkülönbséget kívánunk meghatározni, szükséges előtte a zenitszögnek a memóriába vitele. Ezért a mérést előkészítő műveletek után leolvassuk előbb a teodolit magassági körén a zenit szöget és a billentyűzet 2-es szám gombjának megnyomása után bebillentyűzzük. Megjegyezzük, hogy a gyakorlat számára gyakran elegendő a zenitszöget perc élességgel megadni (bár a műszer lehetővé teszi a másodperc élességű megadást is).

A mérés lépései a következők:

1. Műszer és prizma pontraállítása
2. Műszer és jelmagasság mérése
3. Irányzás
4. Távmérő bekapcsolás (POWER)
5. Zenitszög leolvasása a magassági körön

6. A zenitszög bevitele:

A 2-es gomb megnyomása után beírjuk a számgombok segítségével a zenitszög értékét oly módon, hogy a fok érték bebillentyűzése után tizedes pontot teszünk (a perc és másodperc közé nem kell!!) $81^{\circ}42'26''$ így néz tehát ki: 81.4226

A beírást követően ne felejtjük el az ENT gombot megnyomni.

7. A vízszintes távolság méréséhez megnyomjuk a 8-as gombot (A magasságkülönbség méréséhez a 9-es gombot nyomjuk meg.)

A mérés leállítása a CA gombbal történik.

2.2.2.3. Vízszintes távolságok kitűzése

Vízszintes távolságok kitűzésekor a műszer memóriájába kell juttatni a kitűzendő távolságot és a távcsőhajlás pillanatnyi helyzetét (zenit szöget). A kitűzendő pont közelébe (becsléssel) helyezve a prizmát és mérést végezve rá a műszer kijelzi a mért távolság és a kitűzendő távolság különbségét. Így a feladat ismételt mérésekkel fokozatos közelítéssel oldható meg. Megjegyezzük, hogy az utolsó méteren belüli prizmahely korrekciót, a gyakorlatban rendszerint mérőszalag segítségével végzik el.

A kitűzés lépései a következők:

1. A műszer pontraállítása
2. A prizmák a kitűzendő távolság közelébe való helyezése a kérdéses irányban.
3. Az 1-es gomb megnyomása után a kitűzendő távolság memóriába vitele
4. A prizma beirányzása után a zenitszög leolvasása majd a 2-es gomb megnyomását követően a számgombok segítségével a memóriába vitele.
5. Az S-O gomb, majd a 8-as gomb megnyomását követően a kijelzőn a prizma pillanatnyi helyének és a kitűzendő távolság különbsége jelenik meg.
6. A különbség mértékével a prizma helyét módosítjuk (becsléssel) és ismét mérést végzünk a prizmára.

Felhívjuk a figyelmet, hogy a zenitszög értéke az áthelyezés következtében változik, így azt ismét be kell vinni a memóriába (a kitűzendő távolság bent marad, míg a műszert ki nem kapcsoljuk)

7. A 6. pont ismétlése még a pont közelébe nem jutunk 1 méteren belül, amikor is a korrekciót kézi szalag segítségével végezzük.

2.2.2.4. Beállítások

Mint már említettük korábban a műszerállandókat - a prizmaállandót és az atmoszferikus korrekciót - változtatni tudjuk. Hasonlóan változtatni tudjuk a szögértékek mértékegységét. A változtatásra a billentyűzet ad lehetőséget.

Prizmaállandó beállítása

A prizmaállandó beállításához a bekapcsolást követően nyomjuk meg a billentyűzet PC jelző gombját (a prizmaállandó egy konstans, mely azt fejezi ki, hogy a fény a prizmába mekkora utat tett meg).

Ekkor a kijelzőn megjelenik a prizmaállandó pillanatnyi értéke.

Az új érték beállításakor először adjuk meg a prizmaállandó előjelét. Ezt az RCL gomb megnyomásával érjük el, majd a számbillentyűk segítségével beírjuk az új értéket.

Végül az ENT gombbal lezárjuk a bevitelt.

Atmoszferikus korrekció beállítása

Az atmoszferikus korrekció értékét a hőmérséklet és légnyomás megmérését követően a műszerhez mellékelt korrekciós kártyán levő diagramból olvashatjuk ki.

A megadáshoz a bekapcsolást követően a billentyűzet 3-as gombját nyomjuk meg. Hatására a kijelzőn a korrekció pillanatnyilag beállított értéke jelenik meg.

A felülíráshoz a billentyűzet számbillentyűit használjuk. A beírást követően ENT lenyomásával zárjuk a bevitelt.

Szögértékek mértékegységének beállítása

Attól függően, hogy a zenitszög méréséhez 360-as vagy 400-as rendszerben dolgozó műszert használunk lehetőség van a kívánt szögmérés mértékegységének beállítására.

A beállítás a következő módon történik:

1. Bekapcsolást és billentyűzet csatlakoztatást követően nyomjuk meg egyidejűleg a műszer homlokfalán lévő bekapcsolás (POWER) és mérés indítás gombot.
2. A billentyűzeten nyomjuk le a 2-es gombot. Ennek hatására, ha a beállított mértékegység 360-as, akkor a kijelzőn $0^{\circ}00'00''$ látható, ellenkező esetben 0.000 érték.
3. Változtatni a 2-es gomb ismételt lenyomásával lehet.
4. Enter

3. LIBELLA

A libella olyan zárt üvegedény, melynek belső felületét ívesre csiszolják, majd alkohollal vagy éterral úgy töltik meg, hogy benne buborék maradjon.

Alakjuk szerint van:

1. *Csőves libella*: belső felületét úgy csiszolják, hogy azt egy adott sugarú körívnek a húrja körül való forgatáskor létrejövő forgásfelület legyen (22. ábra)
2. *Szelencés libella*: belső felületét gömbsüveg alakúra csiszolják (23. ábra).

22. ábra

23. ábra

A műszerrel való kapcsolatuk alapján van:

1. Szabad libella: nyerges libella vagy talpas libella
2. Kötött libella: (műszerhez mereven kapcsolt)

A csiszolási sugár geodéziában használatos libelláknál 150 m és 10 m között változhat. Minél nagyobb a csiszolási sugár, annál érzékenyebb a libella. A csöves libella érzékenyebbre készíthető mint a szelencés libella, így szabatos műveletekhez az előbbit használjuk. A libella egy osztásközének értéke általában 2 mm. Az egy osztásközhez tartozó középponti szög a *libella állandója*. A libella állandó reciprokát a libella érzékenységének nevezzük. (A geodéziában használatos libellák érzékenysége $1'-2''$).

A csöves libella üvegcsövét egy fémcsőbe helyezik - melyet felül a beosztások láthatóvá tétele végett kivágnak - az üvegcső megóvása céljából. (24. ábra)

Az így befoglalt libellát úgy helyezik el valamennyi műszeren vagy például egy talpon, hogy ahhoz képest kismértékben a vízszintes (λ_h) illetve a függőleges (λ_v) igazítócsavarokkal elmozdítható legyen.

24. ábra

A geodéziai osztású libelláknak azon végét, ahol a λ_v függőleges igazító csavar helyezkedik el, szokás pozitív végnek nevezni. (λ_v minden libellán van, λ_h nem mindegyiken szükségszerű.)

A csöves libella nevezetes pontjai.

A libellakörívnek három fontos pontja van. (25. ábra)

1. A beosztás kezdőpontja (O): a beosztás középső osztásvonala vagy - csonka beosztás esetén - a beosztások szimmetriapontja.
2. A normálpont (N): a libellakörív azon pontja, amelyikhez tartozó érintő merőleges a V-V állótengelyre (szokták nevezni beállítópontnak -B- is) Az ábra az állótengely és libella általános helyzetét mutatja.
3. A buborék középpontja (C): a két buborékvég szimmetriapontja.

Ezek közül a O pont állandó pont, C pont a libellacső hajlásától függően változó pont, N pedig állandó, amíg az igazítócsavarokhoz nem nyulunk.

A beosztás O kezdőpontjában a libellakörívhez tartozó érintőt a *libella tengelyének* nevezzük.

Ha a libella tengelye merőleges az állótengelyre ($l \perp v$), a libellát az *állótengelyre igazítottnak* mondjuk, ez esetben $N \equiv O$.

25. ábra

Fentiekből következik, hogy ha a libella igazított az állótengelyhez és az állótengely függőleges, a három nevezetes pont egybeesik, tehát $N \equiv O \equiv C$.

A libella használatakor figyelembe kell venni, hogy csak akkor kifogástalan a működése, ha a csöve és folyadéka egyenlő hőmérsékletű.

Mérés közben óvni kell a gyors hőmérséklet változástól és egyoldalú hőmérsékleti hatástól. Nem szabad a libellacsőre rálehelni és kézzel megfogni. A libella buborékjának beállításakor vagy a buborékvégek leolvasásakor merőlegesen kell nézni a beosztás síkjára. Mivel a buborék középpontja nem egy közvetlenül megfigyelhető pont, helyette egyik végét - rendszerint a pozitív - szoktuk beállítani vagy leolvasni.

4. A MAGASSÁGOK MEGHATÁROZÁSA ÉS KITŰZÉSE

4.1. Szintezőműszer vizsgálata és igazítása

Szintezőműszer elvi vázlata (26. ábra)

26. ábra

A szintezőműszertől a gyakorlat számára legfontosabb kívánalom a távcső irányvonalának és a szintezőlibella tengelyének párhuzamossága.

A vizsgálat végrehajtása terepi körülmények között:

1. Mérőszalaggal kimérünk 40-50 m-es távolságot.

A két végpontját, szeggel ellátott cövekkel megjelöljük. (27. ábra)

27. ábra

2. A vizsgálandó műszerrel felállunk a pontoktól egyenlő távolságra.
3. Az A, majd a B pontra állított szintezőlécen lécleolvasást végzünk (az ábra szerint $1_A = 1382$ és $1_B = 2204$) a szintezőlibella gondos középbeállítás után.
4. Számítjuk $1_B - 1_A$ magasságkülönbséget (esetünkben ez 0822).
5. Szintezőműszerrel felállunk az A (vagy B) pontra, (a műszer objektíve legyen a pont függőlegesében) és ismét leolvasást végzünk a léceken (most $1'_A = 1404$ és $1'_B = 2251$).

Az $1'_A$ leolvasása - tekintettel arra, hogy a léccel közvetlenül az objektív előtt helyezkedik el, következők szerint történik: az objektívnek érintett szintezőlécen hegyes ceruzával megjelöljük az objektívvel legfelső és legalsó ívét, majd a léccel elvéve ezeket leolvassuk. A két leolvasás számtani közepe adja az objektív közepéhez tartozó leolvasást

$$\text{esetünkben } \frac{1429 + 1379}{2} = 1404$$

6. Számítjuk $1'_B - 1'_A$ magasságkülönbséget (0847)
7. Ha $1_B - 1_A = 1'_B - 1'_A$ a műszer igazított (1-2 mm eltérés esetén még igazítottnak minősíthető), ellenkező esetben igazításra szorul (mint esetünkben, ugyanis $0822 \neq 0847$).
8. Műszer igazítása
 - a./ Számítjuk a vízszintes távcsőálláshoz tartozó helyes $1'_B$ értéket

$$1'_B = 1'_A + (1_B - 1_A)$$
 (példánkban $1404 + 0822 = 2226$)
 - b./ A szintezőcsavarral a távcső vízszintes szálát a számított $1'_B$ -re állítjuk (ekkor a szintezőlibella buborékja középről kimozdul).
 - c./ A szintezőlibella függőleges igazítócsavarjával a buborékot középre állítjuk.

Szintezőműszer vizsgálata és igazítása (folyamatábra)

Eszközök: szintezőműszer (libellás), műszerállvány, szintezőléc

4.2. Vonalszintezés

Két egymáshoz közel fekvő (100-150 m) és összelátható pont magasságkülönbségének meghatározásakor az alábbiak szerint járunk el:

1. Szintezőműszerrel felállunk a két pont felező merőlegesén (a műszer mindkét ponttól *azonos* távolságra legyen 28. ábra.)

28. ábra

2. Lécleolvasás végzünk A, majd B pontra helyezett lécen (l_A ; l_B)
3. Számítjuk a magasságkülönbséget

$$\Delta m = l_A - l_B$$

Amennyiben a két pont nagyobb távolságra van egymástól (29. sz. ábra) vagy egy léchossznál nagyobb a magasságkülönbség, úgy több részmagasságot határozunk meg, majd azok algebrai összegzéséből kapjuk meg a két pont magasságkülönbségét.

29.ábra

Mivel a vonalszintezés hátra és előre leolvasások sorozatából áll, a magasságkülönbséget még számíthatjuk az alábbiak szerint:

$$\Delta m_{AB} = \Sigma i_{\text{hátra}} - \Sigma i_{\text{előre}}$$

A két úton való számítás a magasságkülönbség számítására nyújt ellenőrzést.

Az ábrának megfelelő vonalszintezést az alábbi lépésekben végezzük.

1. Szintezőműszerrel felállunk A ponttól olyan távolságra, hogy a lécet megbízhatóan le tudjuk olvasni.

2. A lécet az A pontra állítjuk és leolvasást végzünk:

$i_{\text{hátra}}^A$ (leolvasás előtt a szintezőlibella buborékját gondosan középre állítjuk)

3. A segédmunkás a lécet vállra véve lépéssel megméri a távolságot a műszerig, majd ugyanilyen távolságra viszi a lécet. Ez lesz K_1 kötőpont.

Leolvasást végzünk: $i_{\text{előre}}^{K_1}$

4. Műszert tovább visszük és 1. pont szerint felállunk.

5. K_1 -en levő lécet az új műszerállás felé fordítjuk és leolvassuk:

$$i_{\text{hátra}}^{K_1}$$

6. A segédmunkás 3. pont szerint előre viszi a lécet K_2 -re.

Leolvasást végzünk: $i_{\text{előre}}^{K_2}$

7. Műszert tovább visszük úgy, hogy az K_2 B távolság felébe kerüljön.

8. K_2 -n lévő lécet az új műszerállás felé fordítjuk és leolvassuk:

$$i_{\text{hátra}}^{K_2}$$

9. Lécet B pontra állítjuk és leolvasást végzünk:

$$l_{\text{előre}}^B$$

10. Számítjuk a magasságkülönbségeket:

$$\Delta m_1 = l_{\text{hátra}}^A - l_{\text{előre}}^{K_1}$$

$$\Delta m_2 = l_{\text{hátra}}^{K_2} - l_{\text{előre}}^B$$

$$\Delta m_3 = l_{\text{hátra}}^{K_2} - l_{\text{előre}}^B$$

$$\Delta m_{AB} = \Delta m_1 + \Delta m_2 + \Delta m_3$$

$$\text{valamint } \Delta m_{AB} = \sum l_{\text{hátra}} - \sum l_{\text{előre}}$$

A pont jele	Lécleolvasás s		Magasságkülönbség	
	hátra	előre	+	-
1216Fcs	1342			
K ₁		1946		0604
K ₁	1718			
K ₂		2016		0298
K ₂	1418			
K ₃		1296	0122	
K ₃	1872			
K ₄		1616	0256	
K ₄	1560			
K ₅		1786		0226
K ₅	1970			
K ₆		1860	0110	
K ₆	2116			
1242Fcs		1818	0298	
	1199	12338	0786	1128
	6			
		11996		0786
		0342	=	0342

Vonalszintezés szabályai:

1. A szintezőműszer egyenlő távolságra állítandó fel a kötőpontoktól (lépés pontosságra).

2. Hátra és előre irányzás között a parallaxis csavarhoz és a szálcsőhöz hozzányúlni nem szabad.
3. Mérés alatt a műszer különösen a szintezőlibella árnyékolandó.
4. Szintezett pontokon a szintezőlécet függőlegesen kell tartani.
5. Kötőpontokon a lécet sohasem szabad a földre állítani.
6. A szintezés mindig oda-vissza irányban végzendő.
7. Mérést egyenletes sebességgel kell végrehajtani.
8. Mérést csak arra alkalmas időben lehet végezni.
9. Komparált szintezőlécet kell alkalmazni

Szintezőműszer felállítása, irányzás és leolvasás (folyamatábra)

Eszköz: Szintezőműszer (libellás), műszerállvány, szintezőléc.

4.3. Hossz-szelvény felvétel

Hossz-szelvény felvétele valamely kitűzött vonal, vonalas létesítmény jellemző tereppontjainak (hossz-tengelymenti) magassági felmérését jelenti.

A hossz-szelvény felvétele két fő mozzanatból áll:

1. szelvényezés

2. magassági felmérés.

Egy vonalas létesítmény szelvényezésén azt értjük, hogy a vonalon kijelöljük előre megadott távolságok helyét. Például a hektóméteres szelvényezésnél a vonalon kijelöljük a 100 m-es távolságokat. Ez esetben a szelvények értékét a hektóméter értékkel jellemezzük (1200 m tehát így írandó: 12 + 00).

Hossz-szelvény felvételekor a hossz-szelvényre jellemző közbenső pontokat is meg kell határozni (például átereszek-, átfeszítések helye, ív eleje, ív vége stb). A jellemző pontok helyét a közvetlenül megelőző kerek szelvényekhez viszonyítva adjuk meg (tehát a kezdőponttól 216 m-re lévő műtárgy helyét így jelöljük hektóméteres szelvényezésnél: 2 + 16).

A hossz-szelvény felvétel gyakorlati végrehajtása:

1. Szelvényezés:

E munkafolyamat során hektóméteres szelvényezést feltételezve - minden 100 méter távolságra -, továbbá minden jellemző magasság töréspontnál facöveket helyezünk el és acél mérőszalaggal dm élességgel bemérjük.

A szelvényszámot a cövekre vízálló festékekkel vagy írónnal felírjuk.

Szilárd burkolatú vonalas létesítmény esetén a jelölést a burkolatra való felfestéssel biztosítjuk.

2. Magassági felmérés:

A magassági felmérés feladata a megjelölt szelvénypontok magasságának cm élességű meghatározása. Ennek érdekében valamelyik közelben lévő

magassági alappontból vonalszintezéssel meghatározzuk a kezdőpont (0+00) vagy annak közelében elhelyezett magassági jel magasságát.

Ezt követően szintezőműszerrel úgy állunk fel, hogy arról minél több szelvénypontot tudjunk felvenni (természetesen az irányzási távolság korlátozott) Az első leolvasás az ismert magasságú pontra helyezett lécre történik, majd a szelvénypontok következnek a szelvényezés sorrendjében. (30. ábra)

Az egyes szelvénypontokban a lécet a terepre, majd a szelvénycövek tetejére is felállítjuk (keresztshelvényezésnél később ezt felhasználjuk).

30. ábra

Az ismert magasságú pontra helyezett lécen mm élességű leolvasást végzünk, majd a leolvasás értékét a jegyzőkönyv "hátra" rovatába írjuk.

A szelvénypontokon a cövekre mm, a terepre helyezett lécen cm élességgel olvasunk le és a leolvasást a jegyzőkönyv "közép" rovatába írjuk.

Végül a kötőpontra (amely egyúttal lehet egy cövek teteje is) mm élességű leolvasást végzünk, az eredményt az "előre" rovatba írjuk.

A pontok magasságának számítását a következők szerint végezzük:

Az ismert alappont magasságához hozzáadjuk az ott végzett lécleolvasást, majd az így kapott értéket cm-re kerekítjük. Ez lesz a látsík magassága.

A látsík magasságából levonva az egyes lécleolvasásokat megkapjuk a leolvasáshoz tartozó pont magasságát.

A hossz-szelvényt mm papíron ábrázoljuk.

A pont jele	Lécleolvasás			A látsík magassága	A pont
	hátra	közép	előre		
1216Fcs	2342			110,23	108,888
0+00		1910			108,32
cövek		1810			108,42
1+00		2020			108,21
cövek		1980			108,25
2+00		1580			108,65
cövek		1500			108,73
3+00		0580			109,65
cövek		0500			109,73
K ₁			1215		109,015
K ₁	1505			110,52	
3+52		1100			109,42
cövek		1020			109,50
4+00		1370			109,15
cövek		1300			109,22

A hossz-szelvény ábrázolásának jellemzője, hogy torzítva készül, azaz a hossz- és magassági léptéke nem azonos (pl.: hosszlépték: 1:1000, magassági lépték 1:100). Egyes esetekben a hossz-szelvény pontjait mm élességre kell meghatározni, ekkor természetesen a lécleolvasás mm-re történik.

4.4. Keresztszelvény felvétele

A keresztszelvény valamilyen vonalas létesítmény tengelyvonalára merőleges metszet.

A keresztszelvény készítésének főbb mozzanatai:

- A keresztszelvények helyének és irányának kijelölése
- A hosszmérés és a szintezés végrehajtása.

1. A keresztszelvény helyének kijelöléséhez megadjuk a szelvényt számot, amely pontban a keresztszelvény merőleges a hossz tengelyre. Pl.: 3+42, tehát a 3. hektóméterjel után ki kell mérni a 42 m-t. E pontban cövekeket verünk le és

ráírjuk a szelvénytípusát. Rövid 30-40 méteres keresztshelvényeknél a merőlegest gyakorlott figuránsok szemmel is jól megítélik, hosszabb szelvény esetén a merőleges kitűzéséhez szögprizmát használunk.

Íves szakaszon az adott szelvénybeli érintőre merőlegesen tűzzük ki a merőlegest (sugárirányban).

A keresztshelvény készítése előtt megadják, hogy milyen hosszban kell készíteni (pl. a tengelyvonalától jobbra és balra 20-20 m).

2. A kitűzés után felállunk a szintezőműszerrel úgy, hogy minél több keresztshelvényt mérhessünk egy állásból. A segéd munkás a szintezőlécet a magassági alappontra állítja (ha még ilyen nincs vonalszintezéssel létesítünk), majd mm pontossággal leolvassuk és a jegyzőkönyv "hátra" rovatába írjuk.

Ezután a léces az első szelvény karójára állítja a lécet. Leolvassuk mm élességgel. Ezt a jegyzőkönyv "középső" rovatába írjuk. Következő leolvasás a karó mellett a terepre helyezett lécre történik, de ezt és az ezután következőket cm élességgel olvassuk le. A jegyzőkönyvvezés a "közép" rovatba történik. Fentiekkel egyidőben két segéd munkás mérőszalagot feszít ki a keresztshelvény vonalába úgy, hogy a kezdővonása a szelvénykarónál legyen. Most a léces elindul a kifeszített mérőszalag mellett és felállítja a lécet, ahol a terepnek jellemző törése van. Leolvassa a mérőszalagot dm élességgel (külön előírás esetében esetleg cm élességgel) és a jegyzőkönyvvezőnek hangosan bemondja. Ezt a jegyzőkönyv "pont jele" rovatába írjuk. Ugyancsak ide írjuk, hogy a keresztshelvény jobb (j) vagy bal (b) oldaláról van szó. A jobb vagy bal oldal eldöntésekor növekedő szelvényezés irányába nézünk.

Ezt követően a műszerrel leolvassuk a lécet és a leolvasást a "közép" rovatba írjuk. Így folytatjuk a mérést, míg a megadott távolságig eljutunk, majd a szalagot átvisszük a másik oldalra és a fentiekhez hasonlóan bemérjük a töréspontokat. Ha egy szelvényvel végeztünk, a jegyzőkönyvben egy sort kihagyunk és a következő szelvény mérést ismét a szelvénykarón kezdjük.

A pontok magasságának a számítása a hossz-szelvénynél leírtak szerint történik.

Ábrázolásakor a hossz-szelvényel ellentétben a kereszt-szelvény léptéke egységes, tehát nem torzítva készül (illetve csak ritka speciális kivételek esetén készül torzítva).

A felrakáskor mm papírt használunk. A felrakott pontokat vékony (0,10,2) egyenes vonallal kötjük össze. Az egyes szelvényeket úgy kell egymás alá rajzolni, hogy a szelvénykarók egy függőlegesbe az 5 cm-es osztásvonásra essenek.

A kerek m-es magasságoknak cm-es vonalakra kell esnie.

A pont jele	Lécleolvasás			A látsik magassága	A pont
	hátra	közép	előre		
1216Fcs	1714	-----	-----	111,033	109,319
3+00c	-----	1647	-----	-----	109,386
terep	-----	1710	-----	111,03	109,32
b 3,0	-----	1740	-----	-----	109,29
3,4	-----	1840	-----	-----	109,19
5,0	-----	1820	-----	-----	109,21
i 3,0	-----	1830	-----	-----	109,20
3,7	-----	1730	-----	-----	109,30
6,0	-----	1750	-----	-----	109,28
3+10c	1512	-----	-----	-----	109,521
terep	-----	1570	-----	-----	109,46
b 3,0	-----	1600	-----	-----	109,43
3,2	-----	1700	-----	-----	109,33
6,2	-----	1660	-----	-----	109,37
-----	-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----

4.5. Területszintezés

A területszintezés a sík, domborzatilag jellegtelen területek terepfelmérési módszere.

Legáltalánosabb alkalmazási területe a mezőgazdasági vízügyi létesítmények - mint pl. öntözés, belvízrendezés - tervezéséhez szükséges domborzati térkép készítése. Méretaránya 1:500 - 1:4000 között változhat, a tervezői kivételnek megfelelően.

Az eljárás lényege, hogy a magasságilag felméréndő terepen négyzethálózatot tűzünk ki - melyek oldalhosszúsága a kívánalomtól függőlegesen 5-10-20 vagy 50 m és meghatározzuk a terepmagasságot a négyzetek sarokpontjain. (31. ábra). A felméréskor kompenzátoros szintezőműszert és öt szintezőléceket (kivételesen 10) használunk.

31 ábra.

A feladatot az alábbi lépések szerint hajtjuk végre:

Előkészítés:

1. Kitűzzük a főalapvonalat, majd a segédalapvonalat (több alapvonal esetén a töréspontokat geodéziailag meghatározzuk)
2. Kijelöljük a főalapvonalon és a segédalapvonalon a megadott osztásköznek megfelelő távolságokat.

Az alapvonalon minden ötödik pontot cövekkel jelöljük meg. A közbenső pontokat elegendő egy-egy kapavágással vagy más egyszerű módon megjelölni.

3. Szintezéssel meghatározzuk a cövek tetejének magasságát.
4. A segédalapvonalon kitűzőrúddal megjelöljük az első öt pontot.
5. A két szélső (1-es és 5-ös) léces vonalában mérőszalagot fektetünk.

Mérés:

6. Az öt léce az alapvonalon lévő első öt pontra áll. Az 1-es léces a léceket a cövek tetejére állítja.
7. Felállunk szintezőműszerrel úgy, hogy egy állásból minél nagyobb területet tudjunk átlátni.
8. Lécleolvasást végzünk a cöveken álló 1-es lécen mm élességgel, majd "tovább" vezényszóra a léces a cövek mellé helyezi a léceket.
9. A műszerrel további lécleolvasásokat teszünk cm élességgel a következő sorrendben: 1-5-4-3-2.
10. Miután az 1-es léceket a talajon is leolvastuk, az a lefektetett szalag mentén egy osztásközzel előre áll. A sorrendben következő 5-ös ugyancsak a szalag mentén lép előre.

A közbenső 4-3-2 lécesek a leolvasást követően úgy állnak előre, hogy hosszirányban a segédalpvonalon lévő kitűzőrudakat figyelve tartják az irányt, keresztirányban pedig az 1-es léces intje be az 1-5 irányban.

- Ha egy szalagfekvéssel elkészültünk a szalagot tovább viszik. A szalag hátul lévő végét az 1-es és 5-ös léces fogja és beintje az elől lévő szalagot a segédalpvonalon lévő és neki megfelelő kitűzőrúd irányában.

- A lécleolvasások után egyértelmű vezényszóval küldjük tovább a léceket pl.: "2-es tovább", vagy "3-as tovább".

- Ha sávjaink olyan hosszúak, hogy egy műszerállásból nem látjuk végig, akkor az utolsó sáv leolvasása után az egyik - rendszerint szélső - léceket sarura vagy egy ideiglenesen levert cövekre állítjuk és mm élességgel "előre" leolvasást végzünk. A műszer átállása után pedig ide irányzunk "hátra", s így visszük tovább a magasságot.

- A jegyzőkönyv vezetéséhez A/4-es papírlapokra előre megrajzoljuk a négyzethálózatot. Egy-egy lapon egy műszerállásnak megfelelő rácshálózatot tüntetjük fel. Tehát annyi lapunk lesz, ahány műszerállás. A lapokat a műszerállások sorrendjének megfelelően számozzuk.

Az alapvonal megfelelő szelvényszámait a lap szélső négyzetsarkára írjuk.

A kezdőkarón álló lécre tett "hátra" leolvasást a lap szélére felírjuk oly módon, hogy a karó korábban meghatározott és felírt magasságához azonnal hozzá tudjuk adni, s így a látsík (műszerhorizont) magasságát számoljuk.

4.6. Magasságok kitűzése (megadása)

A magasságok meghatározásának ellentett művelete a magasságok megadása.

Míg első esetben egy ismeretlen magasságú pont magassági mérőszámát (abszolút vagy relatív magasságot) kell meghatározni utóbbi esetben egy előre megadott magassági érték (szint) kijelölését kell a függőleges mentén egy előre megadott helyen elvégezni.

A feladatot az alábbiak szerint végezzük el:

(A könnyebb érthetőség kedvéért tételezzük fel, hogy a megadandó pont függőlegesének közelében - egy műszerálláson belül - van egy magassági alappontunk)

A megadandó pont helyén egy oszlopot ásunk le. Erre jelöljük a kitűzendő szintet.

32. ábra.

1. Szintezőműszerrel felállunk a magassági alapponttól és a kitűzendő ponthelytől azonos távolságra.

2. Az alappontra helyezett szintezőlécen lécleolvasást végzünk (1772).
3. A lécet átküldjük az oszlop mellé helyezett sarura és ott lécleolvasást végzünk (1642).
4. Kiszámítjuk a műszerhorizontot, majd abból a saru magasságát
 $172,162 + 1,772 = 173,934 - 1,642 = 172,292 \text{ mBf}$
5. Kiszámítjuk a kitűzendő szint és a saru magasságkülönbségét.
 $172,542 - 172,292 = 0,250 \text{ m}$
és ezt az értéket a lécc mentén fölmérjük és szeggel vagy időjárásálló írónnal megjelöljük.

Ha a kitűzendő pont távolabb van az alapponttól mint egy műszerállás ez esetben az alappontból indulólag a vonalszintezésnél tanultak szerint meghatározzuk a saru magasságát és a továbbiakban a már leírtak szerint járul el.

Előfordulhat, hogy a kitűzendő pont magassága kisebb mint a saru magassága. Ez esetben a saru alatt kellene a pontot kitűzni, ami - mivel az oszlopot leástuk - gyakorlatilag megoldhatatlan.

Ilyenkor az alábbiak szerint járul el:

Első példánknál maradva a saru magassága $172,292 \text{ mBf}$.

Tételezzük fel, hogy a kitűzendő pont magassága $171,816 \text{ mBf}$. Ez esetben tehát $0,476 \text{ m}$ -t kellene a saru felső szintjétől lefelé mérni, hogy a kívánt szintet jelöljük ki, ami nem oldható meg.

A nehézséget úgy hidaljuk át, hogy a lécc mentén felmérünk

$1,000 - 0,476 = 0,524 \text{ m}$ -t és a jelöléshez odaírjuk - 1 -t.

Vagyis a megadandó szint fölötti 1 m -t jelöltük ki. Természetesen az 1 m nem kötött számérték, bármely más számot választhatunk, de ez esetben az oszlopba az kerül felírásra.

Nagyobb pontosságú magasságmegadásoknál rendszerint a megadandó pont függőlegesébe nem sarut alkalmazunk, hanem az oszlopba előre bevert szög magasságát határozzuk meg, majd attól mérjük fel a szükséges értékeket.

5. TEODOLIT FELÁLLÍTÁSA

A teodolittal mérést végezni valamely állásponton csak akkor lehet, ha helyesen állítottuk fel, vagyis az *állótengely függőleges* és meghosszabbítása a *megméréendő szög csúcspontján (állásponton) megy át*.

A teodolit használatakor (általában) háromlábú állvány fejezetére helyezzük (ritkán pillérre), majd az összekötőcsavarral erősítjük a fejezethez. Az összekötőcsavar vagy közvetlenül a műszertalpba vagy a talpcsavarok alá helyezett talplemezbe csavarható.

A teodolit felállítása két műveleti részből áll:

1. Pontra állás
2. Az állótengely függőlegessé tétele.

5.1. Pontra állás

A pontra állás megtörténhet függővel vagy az alhidádéba (esetleg műszertalpba) épített optikai vetítővel.

5.1.1. Pontra állás függővel

1. Állvány előkészítése: a változtatható állványlábak hosszát úgy állítjuk be, hogy a műszer ráhelyezése után a távcső okulárisa a szemünk magasságában legyen.
2. A műszerállványt megközelítőleg a pont fölé állítjuk, ügyelve arra, hogy fejezete (szemre) közel vízszintes legyen.
3. A fejezet nyílásának közepére helyezzük az összekötő csavart és ráakasztjuk horgára a függőt.

4. A függő csúcsának a pontjelhez viszonyított eltérését irányra és nagyságra az állványlábak csúcsánál is megjelöljük (közel vízszintes és sík terep esetében).
5. A lábak csúcsát egymás után az új helyzetbe (33. ábrán A_2 , B_2 , C_2) visszük. Gondos munka eredményeként a függő csúcsa (elegendő pontossággal 1-2 cm) a pontra (P) fog mutatni. (Nagyobb eltérés esetén a 4. és 5. pont megismétlendő). A lábakat betapossuk a földbe.
6. A teodolitot az állvány fejezetére helyezzük, az összekötő csavart a műszerbe csavarjuk, de nem húzzuk meg. (A műszert még tudjuk csúsztatni a fejezeten.)

33. ábra.

7. Az alhidádélibella buborékját közelítőleg középre hozva műszert addig tologatjuk a fejezeten, míg a függő a mérés pontossági követelményeinek megfelelően a pontra nem mutat 1-2 mm-en belül, majd meghúzzuk az összekötőcsavart és az állótengelyt függőlegessé tesszük.

5.1.2. Pontra állás optikai vetítővel

1. Állvány előkészítése: az állványlábak hosszát úgy állítjuk be, hogy a műszer ráhelyezése után a távcsőokuláris a szemünk magasságában legyen.
2. A teodolitot az állvány fejezetére helyezzük, az összekötőcsavart a műszerbe csavarjuk és meghúzzuk.
3. Az optikai vetítőbe nézve a műszert közelítőleg a pont fölé helyezzük, ügyelve arra, hogy az állvány fejezete közel vízszintes legyen.
4. A teodolit talpcsavarjainak csavarásával az optikai vetítővel beirányozzuk az álláspontot.
5. A műszerlábak hosszának változtatásával a szelencés libella buborékját középre állítjuk (megközelítőleg).
6. A talpcsavarokkal a szelencés libella buborékját gondosan középre állítjuk.
7. Összekötőcsavar meglazítása után a műszernek a fejezeten való eltolásával az optikai vetítővel ismét beirányozzuk az álláspontot. Összekötő csavart meghúzzuk.

8. Az állótengelyt gondosan függőlegessé tesszük a csöves alhidádé libellával.
9. Ellenőrizzük az optikai vetítővel a pontraállást. Ha nem állunk a ponton, a 7. ponttól ismételjük a műveleteket.

Amint a fentiekből kitűnik, az optikai vetítővel történő pontraállítás befejeztével az állótengelyt is függőlegessé tettük. Az optikai vetítővel való pontraállást számos előnye miatt (pl. a függő gyakran elmozdul, széles időben a függő lengését folyamatosan csillapítani kell) széles körben alkalmazzák a gyakorlatban, így elsajátítása fontos.

Gyakorlattal elérhetjük, hogy a 3. pont végrehajtásánál a pont fölé helyezés 1-2 cm-en belül sikerül, ugyanakkor a fejezet közel vízszintes. Így az optikai pontraállítás lerövidül.

Ekkor az 1., 2. és a 3. pont azonos

4. A szelencés libellával az állótengelyt közel függőlegessé tesszük.
5. Az összekötőcsavar meglazítása után a műszernek a fejezeten való eltolásával az optikai vetítővel beirányozzuk az álláspontot.
6. Az állótengelyt szabatosan függőlegessé tesszük.
7. Ellenőrizzük az optikai vetítővel a pontraállást. Ha nem állunk a ponton az 5. ponttól ismételjük.

Pontra állás függővel. (folyamatábra)

Eszközök: teodolit, műszerállvány, függő.

Pontra állás optikai vetítővel (folyamatábra)

Eszközök: teodolit, műszerállvány (a teodolit alhidádé libellája igazított az állótengelyre)

5.2. Állótengely függőlegessé tétele

A geodéziai műszerek állótengelyének függőlegessé tételére az alhidádélibellát használjuk (kötött csöves libella, mely az állótengely körül átforgatható). A függőlegessé tételhez szükséges, hogy az állótengely kis mértékben dönthető legyen. Ezt a három talpcsavar segítségével végezhetjük el. A függőlegessé tétel során a döntést az első és második főirányban végezzük (34. ábra). Vegyük észre, hogy három első és három második főirány van.

34. ábra.

A döntést az első főirányban a két talpcsavar egyenlő mértékű, de ellentétes irányú csavarásával, a második főirányban egy talpcsavar csavarásával végezzük.

Amint előzőekben már láttuk a *normálpont a libellaív azon pontja, amelyhez tartozó érintő merőleges az állótengelyre*. Ha tehát a libella buborékját két - célszerűen egymásra merőleges - síkba (I. II. főirányban) a normálpontra állítjuk, az állótengely térbelileg függőleges lesz. (Mivel C-hez tartozó érintő a helyi vízszintest jelöli ki $C \equiv N$ esetén az megegyezik N érintőjével, így a rá merőleges állótengely függőleges lesz, ha fenti egybeesés két síkra fennáll.)

Az állótengely függőlegessé tételét az alábbi fő lépésekben végezzük:

- I. Állótengely közel függőlegessé tétele
- II. Normálpont meghatározása
- III. Tulajdonképpeni függőlegessé tétel.

A műveletek egymásutánja:

Előkészítés: célja libellát olyan helyzetbe hozni, hogy a buborékvégek leolvashatók legyenek.

1. A libellát valamely két talpcsavart összekötő egyenessel párhuzamos első főirányba hozva a talpcsavarokkal a buborékot középre állítjuk (a főirányhoz tartozó két talpcsavart egyidejűleg egyenlő mértékben, de ellentétes értelemben csavarjuk).
2. Elforgatjuk a libellát 90° -kal a második főirányba és a buborékot itt is középre állítjuk (a harmadik talpcsavarral).
3. A libellát visszaforgatjuk az első főirányba, s ha nagy kitérést tapasztalunk az 1 és 2 pontot megismételjük.
Vizsgálat: célja a normál ponthoz tartozó pozitív buborékvég állásának meghatározása.
4. Az első főirányba forgatott libellán leolvassuk a buborék pozitív végének állását (a_1).
5. A libellát átforgatjuk 180° -kal (tehát ugyanabba a főirányba vagyunk) és amint a buborék megnyugodott, újra leolvassuk a pozitív véget (a_2).
6. Számítjuk a normálponthoz tartozó pozitív buborékvég állását.

$$a_n = \frac{a_1 + a_2}{2}$$

7. A talpcsavarok mozgatásával az első főirányba a pozitív buborékvéget a_n értékre állítjuk.
8. A második főirányban is beállítjuk a buborékvéget a_n értékre.
9. A függőlegesség ellenőrzése - a libella lassú körülforgatásakor a pozitív buborékvég mindig a_n értéken marad.

Állótengely függőlegessé tétele (folyamatábra)

Eszközök: teodolit (műszerállvánnyal)

6. IRÁNYZÁS

Az irányzásra alkalmassá tett geodéziai műszereken alkalmazott távcsöveket geodéziai távcsöveknek nevezzük.

A geodéziai műszereken a távcső két egymásra merőleges tengely körül forgatható.

Ennek megfelelően két irányszálat helyeznek el a távcsőben. (35. ábra). Az állószál az állótengellyel párhuzamos, míg a fekvő szál a fekvő tengellyel párhuzamos. Az irányszálak a távcsőhöz viszonyítva kis mértékben eltolhatók, illetve elforgathatók az igazítócsavarokkal.

35. ábra.

Az állószál és az objektív optikai középpontjára fektethető síkot *álló irány síknak*, a fekvő szál és az objektív középpontjára fektethető síkot *fekvő irány síknak* nevezzük.

A két szál metszéspontján (K) és az objektív optikai középpontján áthaladó egyenest a *távcső irányvonalának* nevezzük.

Ha valamely pontnak a képe rajta van az álló szálon, akkor a pontot vízszintes értelemben beirányzottnak mondjuk. Hasonlóan, ha a pont képe a fekvő szálon van, akkor a pont függőleges értelemben beirányzott.

A geodézai távcső képalkotása:

Az objektív a tárgyról valódi, fordított állású, kicsinyített képet ad. Az így létrejött képet szemléljük az okulárison, mint nagyítón. (36. ábra)

36. ábra

Mivel az irányzást a szálkereszttel végezzük, úgy kell azt beállítani (előre-hátra mozgatni), hogy az az objektív által létrehozott kép síkjában legyen, így szemlélése azzal egyszerre történik.

Az irányzás tehát akkor végezhető el egyértelműen, ha:

1. A szálkereszt képe a kényelmes látás távolságában van (szálkereszt tisztán, élesen látható)
2. A szálak síkja a pont képén megy keresztül - nincs parallaxis.

A szálkereszt élesre állítása során az okulárist addig mozgatjuk (kifelé vagy befelé csavarással) az irányvonal mentén a szálcsőben, amíg a szálkeresztet huzamosan határozott éles fekete vonalként nem látjuk.

A szálkereszt élesre állítását úgy célszerű elvégezni, hogy a távcsővel irányozunk egy fehér felületre (pl. világos színű ház oldala, égbolt, objektív elé tartott papírlap), s az okuláris mozgatásával kikeressük azt az állást, amikor a szálkereszt a legélesebb. Az okuláris beállítását egyazon észlelőnek elegendő egyszer elvégezni a mérés során (amennyiben az a mérés közben nem mozdult el).

A parallaxis megszüntetése során a szemcsőnek és szálcsőnek a főcsőben való együttes irányvonal menti mozgásával a szálkeresztet az objektív által létrehozott kép síkjába visszük (parallaxis csavar forgatásával).

A parallaxis létének megítélése a szemnek az okuláris előtt való kismértékű le, s föl mozgásával történik. Ha e művelet során szálmozgást tapasztalunk a fekvőszál közelében lévő tetszőleges ponthoz viszonyítva, akkor ez a parallaxis létét bizonyítja. Célszerűségi okokból a szálkeresztet különbözőképpen alakítják ki. (37. ábra)

37. ábra.

A ma használatos korszerű geodéziai távcsövek tele rendszerű belső képállításúak.

(38. ábra).

38. ábra

Az ilyen rendszerű távcsöveknél a szálkereszt a főcsőben fix beépítésű. A parallaxis megszüntetése (a parallaxis csavar mozgatásával) a képállító lencsének az eltolásával történik.

Az irányzást a következő lépésekben végezzük:

1. A műszerállvány fejezetére helyezett műszeren megoldjuk a magassági, majd a vízszintes kötőcsavart.
2. Szálkeresztet élesre állítjuk.
3. A távcsőn lévő irányzó-berendezéssel (célzóberendezés, dioptra) beirányozzuk a pontot. E *durva irányzással* elérjük, hogy a pont képe a látómezőbe kerüljön.
4. Megszorítjuk a vízszintes kötőcsavart, majd a magassági kötőcsavart.
5. Megszüntetjük a parallaxist.
6. *Finom irányzást* végzünk: előbb a magassági, majd a vízszintes paránycsavarral a szálkereszt metszéspontját az irányzott pontra állítjuk (ha a pont térbelileg nagy kiterjedésű, az irányszálakkal felezzük a pont képét).

Irányzás (folyamatábra).

Eszközök: teodolit /műszerállvánnyal/

7. LEOLVASÓBERENDEZÉSEK ÉS LEOLVASÁS

A geodéziában használatos leolvasóberendezések rendszerint a szögmérésekkel kapcsolatosak, így arra vonatkoztatva tárgyaljuk. Geodéziai műszereken a távcső irányvonalának mindenkori helyzetét egy vízszintes és egy magassági szöggel (vagy zenitszöggel) jellemezhetjük.

A vízszintes szög meghatározására szolgál a limbuszkör, a magassági szögére pedig a magassági kör. (39. ábra)

39. ábra

A leolvasás tulajdonképpen nem más, mint az index és a beosztás (körosztás) kezdővonása közti távolság (szögérték) meghatározása. Mivel az index rendszerint két osztásvonás közé esik, a leolvasás két részből áll:

1. A főbeosztás 0 vonása és az indexet közvetlenül megelőző osztásvonás közti távolság ($1'$).

A főbeosztás leolvasása.

2. Az index és az őt közvetlenül megelőző beosztás közti távolság ($1''$). *A csonka leolvasás.*

Az indexen tett teljes leolvasás tehát (40. ábra):

$$1' = 1' + 1''$$

40. ábra.

A leolvasások pontosságának fokozására nagyítók, leolvasómikroszkópokat alkalmazunk.

A leolvasóberendezéseknek a történeti fejlődésük során többféle formája alakult ki, melyek közül a ma is használatos korszerű műszereken alkalmazottakat mutatjuk be. *Mindegyik leolvasó berendezésen leolvasás előtt meg kell vizsgálni, hogy a fő és segédbeosztások mit jelentenek.*

(Mekkora a legkisebb egység, hatvan vagy százas rendszerben van-e a számozás.)

7.1. Nóniusz

Korszerű szögmérőműszereken már nem alkalmazzák, de találkozhatunk még vele néhány a gyakorlatban ma is használatos műszer segédberendezésén így bemutatását szükségesnek tartjuk (41. ábra)

41. ábra

A nóniusz a főbeosztás síkjában elhelyezett segédbeosztás. Indexként a nóniusz 0 vonást fogadjuk el. A teljes leolvasás tehát a főbeosztás 0 vonásától a nóniusz 0 vonásig tart ($1=1'+1''$).

A nóniusz főbeosztásán tett leolvasás a főbeosztás 0 vonása és a nóniusz 0 vonását közvetlenül megelőző főbeosztásvonás közti távolság (az ábrán $1' = 6,0$).

A csonka leolvasás az indexet közvetlenül megelőző osztásvonás (M) és az index (nóniusz 0 vonása) közti távolság.

$$1'' = xa - xb = x(a-b)$$

Egy főbeosztásrész (a) és egy nóniusz beosztásrész (b) közötti különbség abszolút értéke egyenlő a legkisebb főbeosztásrész és a nóniusz osztásvonásai számának hányadosával, amit a nóniusz leolvasóképességének nevezünk. (Itt nem bizonyítjuk.)

$$|a - b| = \frac{a}{n} \text{ így } 1'' = x \frac{a}{n}$$

Ha tehát a nóniuszon az x -edik vonás esik össze legjobban valamelyik főbeosztásvonással, akkor a csonka leolvasás egyenlő a nóniusz leolvasóképességének x -szeresével (ábránkon $a = 1$; $n=10$; $\frac{a}{n}=0,1$; legjobban összeeső vonás a 6. , így $1'' = 6 \cdot 0,1 = 0,6$).

A teljes leolvasás $1 = 6 + 0,6 = 6,6$

A 41. ábrán egy hosszfelrakó vonalzóon alkalmazott nóniuszt mutatunk be.

Ugyancsak nóniuszt szoktak alkalmazni a szögfelrakón is. (42. ábra.)

42. ábra.

7.2. Becslőmikroszkóp

Leolvasás tekintetében a legegyszerűbb leolvasóberendezés a becslőmikroszkóp (43. ábra). A közönséges mikroszkóptól annyiban tér el, hogy a képsíkban egy üvegre karcolt indexvonal van. Leolvasáskor ennek kell e helyét meghatározni (becsléssel) a megelőző főbeosztáshoz viszonyítva a legkisebb főbeosztás tizedében. A becslőmikroszkóppal történő leolvasást mutat be a 44. ábra.

43. ábra.

A becslőmikroszkópot használat előtt be kell állítani, hogy:

1. Az indexvonal képe a tisztalátás távolságában keletkezzék (okuláris csavarással).
2. Az indexvonal párhuzamos legyen a főbeosztás osztásvonásaival (mikroszkópnak a tartógyűrűjében való forgatásával). A ma használatos korszerű műszereken ezt gyárilag biztosítják.
3. A beosztásnak a mikroszkóp objektívje által alkotott képe az indexvonal síkjában keletkezzék. (Parallaxis megszüntetése a mikroszkóp emelésével, vagy süllyesztésével).

44. ábra

7.3. Beosztásos mikroszkóp

A leolvasóképesség további fokozása érdekében alakították ki a beosztásos mikroszkópot. A mikroszkóp három részből áll (a távcsőhöz hasonlóan).

A főcsőben van az objektív, a szálcsőben a vékony üveglemezre karcolt segédbeosztás, a szemcső pedig az okulárist foglalja magában. (45. ábra)

45. ábra.

Az okuláris mozgásával tudjuk a segédbeosztás osztásvonásait élesre állítani. A mikroszkópot a főbeosztáshoz képest úgy kell elhelyezni, hogy a segédbeosztás vonásai párhuzamosak legyenek a főbeosztás vonásaival, hogy ne legyen parallaxis, valamint a legkisebb főbeosztásrész nagyított képe egyenlőre legyen a teljes segédbeosztás nagyított képével.

A beosztás mikroszkópon a főbeosztás indexéül a segédbeosztás 0 (kezdő) vonása szolgál. Ennek távolságát a megelőző főbeosztástól a segédbeosztáson olvassuk le, melynek az indexe maga a megelőző főbeosztás vonása. Ilyen leolvasóberendezést láthatunk a 46. ábrán.

46.ábra

47. ábra

A Zeniss Teho 020 típusú teodolit beosztásos mikroszkópjának látómezőjét láthatjuk a 47. ábrán.

7.4. Egyszerű optikai mikrométeres mikroszkóp

Az egyszerű optikai mikrométeres mikroszkóp egy becslőmikroszkóp, amelyben egy képeltoló planparalell üveglemez forgatható.

Ha a becslőmikroszkóp objektívje és a főbeosztás közé a planparalell üveglemezt helyezünk, mellé a mikroszkóp tengelyére merőleges tengely körül elforgatunk, a főbeosztás az indexhez képest elmozdulni látszik. Az üveglemez elfordulását egy mikrométer skáláján olvashatjuk le, melyet a korszerű műszereken ugyancsak a mikroszkóp látómezejébe vetítenek.

A leolvasást megelőzően tehát a planparalell üveglemezt a mikrométercsavarral addig forgatjuk, amíg a megelőző osztásnak képe *fedésbe* nem kerül az indexszállal. Ezután olvassuk le a főértéket (a megelőző osztásvonást), majd a csonka leolvasást (a mikrométerdobon a dobindex mentén).

Az optikai mikrométeres mikroszkópot használat előtt meg kell vizsgálni:

1. Megállapíthatjuk a főbeosztás legkisebb osztásának egységét
2. Megállapíthatjuk, hogy a mikrométerdob hány részre van osztva és egy osztásvonásnak az értéke mekkora (a mikrométercsavar körbe forgatásával).

Helyes leolvasást akkor kapunk, ha:

1. Az indexek képe a tisztalátás távolságában van (okulárisál állítjuk be)
2. Az indexek párhuzamosak a beosztásvonásokkal (gyárilag úgy állítják be)
3. A beosztások nagyított képe az indexszálak síkjában keletkezzék (ne legyen paralaxis)
4. Kielégített a nagyítási feltétel, azaz ha a mikrométerdob 0 állásával egyidejűleg az indexszál egy főbeosztáson áll a mikrométerdob utolsó beosztásával, az indexszálnak a szomszédos főbeosztáson kell állnia.

Egy beállított leolvasóberendezést mutat a 48. ábra leolvasás: $1' 87^0$

$$\begin{array}{r}
 1' = 87^{\circ} \\
 1'' = \quad 22,4' \\
 \hline
 1 = 87^{\circ}22,4' = 87^{\circ}22'24''
 \end{array}$$

48. ábra.

A MOM Te D-1 teodolit leolvasóberendezése látható a 49. sz. ábrán (Felső skála a magassági kör főbeosztása, az index nincs fedésbe a megelőző osztásvonással. A középső skála a vízszintes kör főbeosztása, az index-szel közrefogtuk a megelőző főbeosztást. Az alsó skála a mikrométerdob).

Leolvasás vízszintes körön: $265^{\circ}26,3' = 265^{\circ}26'18''$

49. ábra

7.5. Koincidenciás leolvasó berendezés

A leolvasás pontossága fokozható, ha nem egy, hanem két diametrálisan elhelyezett indexen olvassuk le. Megfelelő tükröző és vetítő berendezéssel a két átlósan elhelyezkedő főbeosztás képét leolvasó mikroszkóp látómezejébe vetítjük úgy, hogy a két index összeessen. Mind a két sugármenetbe közös tengelyen nyugvó, de ellentétesen mozgatható planparalell lemezt helyeznek, mellyel elérhető, hogy a diametrálisan elhelyezkedő főbeosztás vonások képei egymásnak a meghosszabbításába kerüljenek (koincidenzába kerüljön). A planparalell lemezek elfordulásának mértéke mikrométerdobon leolvasható és arányos a csonka leolvasással. Megfelelő nagyítással elérhető, hogy a mikrométerdobon a csonka leolvasást kapjuk közvetlenül. Az optikai mikrométer úgy készül, hogy csavarjával a beosztásvonások *csak egyféleképpen hozhatók koincidenzába* (egy speciális esetben van két koincidenzia, de a leolvasást így is egyértelműen tehetjük meg). A jól működő leolvasó berendezéstől megkívánjuk, hogy a diametrálisan elhelyezkedő főbeosztások képe azonos síkban keletkezzenek, továbbá ki legyen elégítve a nagyítási feltétel. Ez utóbbi vizsgálatánál az alábbiak szerint járunk el:

A mikrométercsavar forgatásával a mikrométerdob 0 vonását a dobindexre állítjuk. Ezután a magassági vagy vízszintes (attól függően, melyik körrel kapcsolatban vizsgálunk) paránycsavarral koincidenziát létesítünk. Egy másik koincidenziát létesítünk a mikrométercsavarral. Ha a nagyítási feltétel ki van elégítve, a mikrométerdob indexének a mikrométer-beosztás utolsó vonására kell mutatnia. Igazítatlanság esetén a műszert javításba adjuk.

Az index esetleges igazítatlansága nem befolyásolja a leolvasás pontosságát, mert mint látni fogjuk, rendszerint nem vesszük igénybe.

A leolvasást az alábbiak szerint végezzük:

1. A mikrométer forgatásával létrhozzuk a koincidenziát (tudjuk, hogy csak egy lehetőség van).
2. A leolvasás főértékét a szimmetria alapján határozzuk meg: megkeressük az egyenesen álló számok közül azt, amelyiknek diametriális ellentettje (180° -kal különböző), tőle jobbra helyezkedik el. Ez lesz a leolvasás fokértéke. A kerek tízperc értékek meghatározása úgy történik, hogy a leolvasott fokérték és

ellentettje közti bármelyik összeeső vonások számtani közepét vesszük. E kettő leolvasás (fok és kerek tízperc) lesz a főleolvasás.

A csonka leolvasás a mikrométer skálán közvetlenül leolvasható (perc, másodperc tized élességgel).

Ügyeljünk a leolvasásnál, hogy a leolvasást *mindig megelőzi a koincidencia* létesítése.

A 50. ábra egy koincenciás leolvasó berendezést mutat koincidencia létesítése előtt (a) és után (b).

leolvasás: $1' = 24^{\circ}20'$

$$1'' = \underline{7'44,6''}$$

$$1 = 24^{\circ}27'44,6''$$

50. ábra.

A 50. ábrán tett leolvasás lépései:

1. Koincenciát létesítettünk
2. Az álló számok közül megkerestük azt, amelyiknek ellentettje (ez a szám és ellentettjének utolsó tagja megegyezik, tehát 4-es végű), tőle jobbra helyezkedik el. Ez a 24, mert a 25 ellentettje (205) tőle balra helyezkedik el. A fokérték tehát 24. A továbbiakban a leolvasott fokérték (24) és ellentettje (204) közti osztásvonások számtani közepét vesszük. Összeesik példánkban a $24^{\circ}20'$, a $204^{\circ}20'$ -ével. Így

$$\frac{20 + 20}{2} = 20'.$$

De tekinthetjük volna a $24^{\circ}00'$ -et, mely a $204^{\circ}40'$ -cel esik össze. Így

$$\frac{0 + 40}{2} = 20'.$$

Tehát mindig azonos értéket kapunk. A főleolvasás tehát $24^{\circ}20'$.

A csonka leolvasás a mikrométer skálán olvasható le, miszerint: az ismétlődő számok (alul) a perc értéket, a folyamatos számok a másodperc értéket jelentik.

Így a csonka leolvasás $7'44,6''$.

A 50. ábrán látható leolvasó berendezéshez hasonló a régebbi típusú Wild T2 teodolit, valamint a MOM Te B-1.

51. ábra. A korszerű teodolitok koincidenciás leolvasó berendezése alakilag eltér a fentiektől.

Az 51. ábra a Zeiss Theo 010A teodolit leolvasóberendezését mutatja koincidencia előtt és utána. Az 52. ábra az új típusú Wild T2 leolvasó berendezését mutatja koincidencia előtt és után.

52. ábra

7.6. Digitális leolvasó berendezések

Mai korszerű geodéziai műszereken egyre gyakrabban találkozunk számkijelzéses ún. digitális leolvasó berendezésekkel (53. ábra). A mért érték a műszeren lévő kis képernyőből közvetlenül leolvasható, de a digitális rendszer lehetővé teszi az adatok mágneskártyára, vagy már adatrögzítőre való vitelét is. Ily módon a jegyzőkönyvvezető munkája megtakarítható.

53. ábra

A mért adatok feldolgozása ez esetben rendszerint valamilyen szoftver felhasználásával számítógépes úton történik.

8. VÍZSZINTES SZÖGMÉRÉS

A vízszintes szögméréssel az egy pontból kiágazó térbeli irányok vízszintes vetületei által bezárt szöget határozzuk meg. A mérés kétféle módon történhet: vagy úgy, hogy több irányt egyszerre vonunk be a mérésbe - ezt nevezzük *iránymérésnek* - vagy úgy, hogy egyszerre csak két-két irányt mérünk - ez a *tulajdonképpeni szögmérés*. A tulajdonképpeni szögméréssel - mivel csak a felsőgeodéziában használatos - a továbbiakban nem foglalkozunk. (Megjegyezzük, hogy ha a pontból csak két irány ágazik ki, az iránymérés és a tulajdonképpeni szögmérés között nincs különbség).

A teodolit távcsövével bármely pontot a távcső két állásában lehet irányozni. Az egyiket I. távcsőállásnak, a másikat II. távcsőállásnak nevezzük. Az I. távcsőállásban a vízszintes kötőcsavar jobb kezünk felé esik, és ha egy irányzó dipotra vagy irányzó berendezés van, az felül helyezkedik el. A mérések során az irányzást - és leolvasást - a szabályos hibák kiküszöbölésére illetve csökkentése végett *mindig két távcsőállásban* végezzük, s számításainkba a két távcsőálláshoz tartozó leolvasás számtani közepét vesszük.

A számtani közép képzését az alábbiak szerint végezzük el:

$$l = l'_1 + \frac{l''_1 + l''_2}{2}$$

Tehát az első távcsőálláshoz tartozó főleolvasás (l'_1) plusz az első (l''_1) és második (l''_2) távcsőálláshoz tartozó csonkaleolvasás számtani közepe. Az így kapott értéket *irányértéknek* nevezzük. (Az irányérték tulajdonképpen az a szög, amelyet a kérdéses irány a limbuszkör 0 vonásához viszonyítva bezár.)

Bármely két irány által bezárt szög a kérdéses irányokhoz tartozó irányértékek különbségeként számítható. (54.ábra). Ha tehát a szög tere felé fordulva a jobboldali irány irányértékéből kivonjuk a baloldali irány irányértékét, a kérdéses szöget megkapjuk.

54. ábra.

Szögmérés két irány esetén (folyamatábra)

Eszközök: Teodolit (koincidenziás leolvasó berendezéssel)

Az észlelés I. távcsőállásban az óramutató járásával megegyező.II. távcsőállásban ellentétes irányban történik.

Több irány esetén a fentiekhez hasonlóan járunk el, tehát előbb első távcsőállásban végigmérjük az irányokat, majd áthajtás, átforgatás után második távcsőállásban is.

A leolvasott értékeket mérési jegyzőkönyvben rögzítjük. *A jegyzőkönyv vezetésénél irányadó szempont, hogy a közvetlen mért értékeket ceruzával írjuk, a számított értékeket (közéértékek) tintával.*

Az egy pontból kiágazó irányoknak irányméréssel való megmérését *fordulónak* nevezzük. Ha egy fordulóban 5-nél több irány szerepel, akkor az első irányt záróirányként a mérésbe még egyszer bevonjuk. E műveltet nevezzük *horizontzárásnak* (lásd jegyzőkönyv).

Álláspont neve vagy száma	Irányzott pont neve vagy száma	I. távcsőállás			I. középértéke		II. távcsőállás			II. középértéke		I.és II. középértéke			Törésszög vagy tájékozási szög			Irányyszög		
		o	'	''	'	''	o	'	''	'	''	o	'	''	o	'	''	o	'	''
201	412	319	26	36 42	26	39	139	26	42 48	26	45	319	26	42						
	321	28	13	12 18	13	15	208	13	18 24	13	21	28	13	18						
	342	105	48	24 30	48	27	285	48	30 36	48	33	105	48	30						
	362	145	15	06 12	15	09	325	15	12 18	15	15	145	15	12						
	317	210	19	42 48	19	45	30	19	48 54	19	51	210	19	48						
	246	300	35 36	54 00	35	57	120	36	00 06	36	03	300	36	00						
	412	319	26	42 48	26	45	139	26	48 54	26	51	319	26	48						

9. TEODOLIT VIZSGÁLATA ÉS IGAZÍTÁSA

A teodolitok használatbavételük előtt megvizsgálandók, hogy alkalmasak-e vízszintes és magassági szög mérésére (illetve kitűzésére).

Mielőtt a vizsgálatot és igazítást részletesen tárgyalnánk, két dolgot kívánunk leszögezni:

1. A korszerű teodolitok igazítása általában csak laboratóriumban végezhető el. Célunk tehát az, hogy főként a vizsgálati módszereket ismertessük meg oly mértékben, hogy egy teodolitról meg tudjuk állapítani, mérésre alkalmas vagy alkalmatlan.

2. A teodolitot tökéletesen sohasem tudjuk kiigazítani. Éppen ezért a szögmérésnél olyan mérési módszert kell alkalmazni (pl. két távcsőállásban való mérés), amely a műszer kisebb mérvű igazíthatatlanságának a hatását kiküszöböli.

Igazított műszerrel mérésünk könnyebb, gyorsabb.

Vizsgálatainkat az alábbi csoportosítás szerinti sorrendben végezzük egy korszerű teodolitot alapul véve:

1. libellák vizsgálata
2. távcső vizsgálata
3. fekvőtengely vizsgálata

9.1. Libellák vizsgálata

A csöves alhidádélibellától azt kívánjuk meg, hogy tengelye merőleges legyen a teodolit állótengelyére. ($L \perp V$)

Az igazítás során először a teodolit állótengelyét függőlegessé tesszük a már ismert módon, (meghatározzuk a normál pontot és annak ismeretében tudjuk az állótengelyt függőlegessé tenni) majd a függőleges igazító csavarokkal (λ_v) az alhidádélibella buborékját középre állítjuk. Ha szelencés libellánk is van, annak a buborékját is középre hozzuk (a szelencés libella igazító csavarjaival). Az igazítást magunk is elvégezhetjük. Ily módon olyan állapotot idéztünk elő, hogy az állótengelyünk függőleges, miközben a buborék közepén van. A továbbiakban az állótengely függőlegessé tétele az alhidádélibella középre állítását jelenti a két főirányban (mert a normál pont a libella 0 pontjával esik össze).

9.2. Távcső vizsgálata és igazítása

A távcső álló irány síkjától (S_v) megkívánjuk, hogy merőleges legyen a távcső fekvő tengelyére (h). Mivel S_v -t az álló szál (S_{z_v}) és a rá merőleges irányvonal (J) határozza meg, a követelmény akkor van kielégítve, ha

$$S_{z_v} \perp h$$

$$J \perp h$$

Így a vizsgálat két részből áll:

1. az álló szál vizsgálata
2. irányvonal vizsgálata

9.2.1. Az állószál vizsgálata

Az $S_{z_v} \perp h$ esetén, ha az állószálat a fekvőtengely körül forgatjuk, az egy a fekvőtengelyre merőleges síkban mozog.

A vizsgálat végrehajtása:

A műszernek az állványra helyezése után a távcsővel beirányzunk egy jól látható pontot úgy, hogy az állószál felső vagy alsó részén legyen. Ezután a távcsövet forgatjuk a fekvő tengely körül. Ha e forgatás alatt a pont képe állandóan rajta marad az állószálon, akkor az merőleges a fekvő tengelyre, ha lemozdul róla, akkor igazítani kell. Az igazítás a diafragma gyűrűnek a forgatásával történik. Az igazítást bízunk szakemberre.

Az S_{z_v} merőlegességi hibáját mérési módszerrel teljesen ki lehet küszöbölni, ha az irányzást a függőleges szálnak mindig egy meghatározott pontjával (mondjuk a szálkereszt metszéspontjával) végezzük.

9.2.2. Az irányvonal vizsgálata (kollimáció hiba meghatározása)

A távcsővel beirányozunk egy távoli, jól látható, a fekvőtengellyel közel egy magasságban lévő pontot úgy, hogy képe a szálkereszt metszéspontjában legyen, majd vízszintes leolvasást végzünk. Áthajlás, átforgatás után (II. távcsőállásban) újra beirányozzuk a pontot az előbbiek szerint és a leolvasást megismételjük. Ha a két leolvasás csak 180° -al különbözik egymástól, akkor kollimáció hiba nincs. 180° -tól eltérő kis szögérték a kollimációhiba kétszerese. Az igazítást

bízzuk szakemberre. A kismértékű kollimáció hibának mérési módszerrel való kiküszöbölési módja a két távcsőállásban való mérés.

9.3. A fekvőtengely vizsgálata

A vizsgálat arra terjed ki, hogy h merőleges-e V-re, ezért előbb:

- Az állótengelyt az alhidádéliállással gondosan függőlegessé tesszük.
- Kollimáció hibát megszüntetjük (előzőek szerint)

majd:

- Megvizsgáljuk, hogy a fekvőtengely (h) függőleges állótengely esetén vízszintes-e, ha nem igazításra szorul. Az igazítást bízzuk szakemberre.

A vizsgálatot az alábbiak szerint végezzük:

a műszer előtt hosszú függőt helyezünk el, s a távcső szálkeresztjével beirányozzuk a függőnek egy felső pontját. Ezután a távcsövet a h tengely körül lefelé forgatjuk. Ha a szálkereszt lemozdul a függőről, a h tengely nem vízszintes. Az eljárással jó eredményt akkor érünk el, ha a függő hosszú.

A két távcsőállásban való mérés a fekvőtengelyek merőlegességi hibájának a hatását kiküszöböli.

Teodolit vizsgálata és igazítása (folyamatábra)

Eszközök: teodolit (állvánnyal, hosszú függő, olajjal töltött vödör)

10. TETSZŐLEGES NAGYSÁGÚ SZÖGEK KITŰZÉSE

A szögkitűzés általános feladata az, hogy valamely B pontból egy P pontot úgy kell kitűzni, hogy az ABP szög valamely előre megadott érték legyen.

(55. ábra).

55. ábra

A vízszintes szögkitűzést szögmérőműszerrel (teodolittal) a következők szerint hajtjuk végre:

1. Felállunk B ponton teodolittal.
2. Beirányozzuk A pontot és leolvasást végzünk a vízszintes körön (1_A)
3. Számítjuk a P pontra menő irány irányértékét.

$$1_P = 1_A + \alpha$$

4. A leolvasóberendezésbe nézve addig forgatjuk az alhidádét, míg az index 1_P -re mutat.
5. A távcsőbe nézve beintjük a pontjelet (karót, kitűzőrudat) a kérdéses irányba.
Eredmény : P_1
6. A feladat megismétlése második távcsőállásban. Eredmény: P_2 .

Végleges ponthelynek a két távcsőállásban kitűzött ponthelyet összekötő egyenes felezőjében fogadjuk el (56. ábra).

Nagy pontosságra való törekvés esetén a kitűzött szöveget szögméréssel ellenőrizzük.

56. ábra.

11. SOKSZÖGELÉS

57. ábra

Sokszögelési pontok kitűzése

A pontok helyének kiválasztásánál az alábbiakat kell figyelembe venni:

- A pont fennmaradása biztosíva legyen.
- A ponton a műszert fel lehessen állítani és kényelmesen mérni.
- A szomszédos pontokon felállított pontjelnek lehetőleg az alját lehessen irányozni.
- Jó mérőpálya legyen az oldalhosszak mérésére.
- A sokszögoldalok a későbbi részletméréshez jól felhasználhatók legyenek (pl. szögprizma használatához legyen elég hely).
- Az oldalak hossza beépített területen 80-150, külterületen legfeljebb 300 m. Lehetőleg azonos hosszúságúak legyenek.
- Sokszögvonala lehetőség szerint nyújtott legyen (a törésszögek 180° körüliek).
- Kialakításában lehetőleg kettősen csatlakozó és kettősen tájékozott legyen.
- Véd és csatornatöltéseken a pontot mindig a mentesített oldalon helyezzük el.
- A pontokat lehetőleg kitűzésük alkalmával, de feltétlenül még a mérések megkezdése előtt kell véglegesen megjelölni.

A kitűzés alkalmával 1:10000 (belsőségben 1:5000) vagy még nagyobb méretarányban kitűzési vázlatot és a pontokról helyszínrajzi vázlatot készítünk.

A helyszínrajzot úgy kell készíteni, hogy az alapján a pont egyértelműen megtalálható legyen.

A helyszínrajz méretarány nélküli. A sokszögelési pontokat - általában kitűzésük sorrendjében - egyessel kezdve arab számokkal számozzuk.

A törésszögek mérése

A törésszögek méréséhez legalább $20''$ leolvasóképeségű teodolitot kell használni.

A sokszögoldalak aránylag rövid volta miatt mind a teodolit, mind a pontjelző pontra állítását különös gonddal kell elvégezni, mert néhány milliméter külpontosság is meg nem engedhető szögmérési hibát okozhat.

A szögmérést két távcsőállásban kell végezni.

A sokszögvonalak csatlakozópontjain, hacsak lehetséges, két-két tájékozó irányt mérünk.

A törésszög mérésekor - a kezdőponttól a végpont felé tekintve - a bal oldali szöget mérjük.

A hossz mérés

A sokszögoldalak hosszát általában acél mérőszalaggal, rossz terepviszonyok esetén pedig távméréssel mérjük. A hossz meghatározást centiméter élességgel végezzük. Bármilyen mérőeszközt is használunk, a sokszögoldalak hosszát kétszer kell mérni.

12. SZÖGPRIZMÁVAL VÉGEZHETŐ MŰVELETEK

A geodéziai vízszintes méréseknél nagyon sok esetben megelégszünk a szögkitűzés kisebb pontosságával is, de megkívánjuk, hogy a szögkitűzés gyorsan, egyszerű műszerrel legyen végrehajtható. Ezekkel a műszerekkel rendszerint csak bizonyos - előre beállított - szöget lehet kitűzni (90° vagy 45°). A gyakorlatban legelterjedtebb erre a célra alkalmas műszerek a kettős *szögprizmák*.

A kettős szögprizmákkal végezhető műveleteket a hazánkban legelterjedtebb Duplex prizmával mutatjuk be:

58. ábra.

A prizrát általában változtatható hosszúságú vetítobotra helyezve használják.

(58. ábra) Mérés közben a prizrabotot két ujjal a prizma alatt könnyedén fogjuk, ügyelve arra, hogy a bot függőleges legyen.

12.1. Derékszög kitűzése

Az egyenes A és B végpontját kitűzőruddal megjelöljük. A mérőbot csúcsát C' pontra helyezzük. (de nem szúrjuk a földbe), és függőlegesen tartjuk. Ha a prizrát helyzetileg az 58. ábra szerint tartjuk az A és B kitűzőrúd képe a prizmában egy függőlegesben látszik. Feladatunk most már az, hogy egy kitűzőrudat (C) úgy intsünk be, hogy az AB kitűzőrudak képének függőlegesébe kerüljön.

12.2. Egyenesbe állás

Előző feladatnál láttuk, hogy ha egy AB egyenesbe fekvő pontra (C') állítjuk a prizmát, akkor az A és B végpontokon elhelyezett kitűzőrudak prizmabeli képe egy függőlegesbe esik.

Ezt a törvényszerűséget felhasználva egyenesbe állásnál tehát addig mozgunk az egyenesre merőlegesen előre-hátra, míg A és B képét a prizmában egy függőlegesben nem látjuk.

12.3. Talppont keresés

A talppont keresés nem más, mint megkeresni egy AB vonalon egy harmadik - az egyenesen kívüli - pont (C) merőleges vetületét (C'). A talppontot tehát az jellemzi, hogy az AB egyenesbe fekszik és a C pontra merőlegesen 90° -ot zár be az AB egyenessel.

A talppontkeresésnél tehát addig megyünk az AB vonalra merőlegesen, amíg prizmabeli képünk egy függőlegesbe nem esik, majd ennek a helyzetnek a fenntartásával jobbra vagy balra megyünk, amíg a C jelzőrudat is a prizmák fölött, között és alatt elnézve tengelyfedésben látjuk az A és B kitűzőrudak képével.

Vegyük észre és jól jegyezzük meg, hogy a talppont keresés két műveleti részből tevődik össze, mégpedig az egyenesbe állásból (AB egyenesre merőlegesen mozgunk) és a tulajdonképpeni talppont keresésből (AB egyenesbe mozgunk). Ennek figyelmen kívül hagyásával a talppontkeresés rendszertelen próbálgatássá válik.

13. DERÉKSZÖGŰ KOORDINÁTAMÉRÉS

Valamely részletpontnak derékszögű koordinátaméréssel történő meghatározása az 59. ábrának megfelelően az alábbiak szerint történik:

59. ábra.

- Megkeressük P pontnak (részletpontnak) AB egyenesre (mérési vonalra) vonatkozó talppontját (szögprizmával).
- Megmérjük P talppontjának (T) távolságát (a) egy ismert ponttól, valamint a talpponttól a részletpontig terjedő távolságát (b).

Derékszögű koordinátamérés gyakorlati végrehajtása:

1. Mérési vonal kitűzése.

A mérési vonal lehet a részletmérés céljára vezetett sokszögvonala egyik oldala vagy - kisebb felméréndő együttes esetén - egy tetszőlegesen felvett mérési vonal, melynek végpontját a mérés idejére a kitűzőruddal megjelöljük.

2. Az abszcissza (a) méret meghatározásához rendszerint keretes mérőszalagot használnak (20 vagy 50 m-es). E célból a mérőszalag kezdővonását a mérési vonal kezdőpontjához illesztjük, majd a szalagot az egyenesbe fektetjük.

3. Részletpontok talppontjának megkeresése szögprizmával.

4. Abszcissza és ordináta értékek meghatározása.

Az első részletpont talppontjának meghatározása után a prizmat a csúcsánál leolvassuk a fekvő szalagról az abszcissza méretet (a), majd ezt követően nyeles vagy tokos szalaggal két segédmunkás megméri az ordináta (b) értéket. A mérési vonalon mindig folytatólagos mérést végzünk, vagyis az összes abszcisszák a mérés kiindulópontjától számítandók.

5. A mért értékeket feljegyezzük a mérési jegyzetre (manuáléra). A mérési jegyzet a felméréendő területről vagy annak egy részéről szabadkézzel, ceruzával készített méretarány nélküli (de arányhelyes) rajz.

Kisebb terület felmérésekor a térképezést a mérési jegyzetről végezzük, nagyobb terület esetében a mérési jegyzet alapján tussal rajzolt és általában a térképezés méretarányának kétszeresében mérési vázlatot (tömbrajzot) szerkesztünk. (Tartalmilag tehát a mérési vázlat mindazt tartalmazza, amit a mérési jegyzet.)

Felmérésnél alkalmazott fontosabb szabályok:

1. Egyenes vonalban lévő részletpontok bemérésénél csak az egyenes kezdő és végpontját szabad ortogonális koordinátaméréssel bemérni, míg az egyenesben lévő többi pontot ezek között mérjük be folytatólagos méréssel. (60. ábra)

60. ábra

2. Épületeknél mindig a hosszabb oldalt mérjük be, és meg kell mérni minden esetben az épület valamennyi oldalának hosszát, az-az körbemérjük. (61. ábra)

61. ábra

3. Szabályos alakú épületeknél csak annyi pontját kell ortogonális koordinátaméréssel bemérni, amennyi a szélességi méreteket felhasználva a tárgy képének megszerkesztéséhez szükséges (62. ábra).

62. ábra

4. Amennyiben a mérni kívánt pont takar, úgy segédpont felhasználásával mérjük be (63., 64. ábra)

63. ábra

64. ábra

5. Szabálytalan alakú épületnél lehetőleg az összes sarokpontot be kell mérni.
(65. ábra)

65. ábra

6. Az építmények kiugrásokkal megtört vonalainak nem minden egyes töréspontját, hanem csak egy kiválasztott uralkodó falsík végpontjait mérjük be. A többi pontot ezek között határozzuk meg. (66. ábra)

66. ábra

Mérési vázlat szerkesztésének fontosabb szabályai

Az alábbiakban felsorolt szabályok értelemszerűen alkalmazandók a mérési jegyzet készítésénél is. (67. ábra)

67. ábra

1. Az alappontokat összekötő mérési vonalakat vastag eredményvonallal (0,4-0,5), egyéb mérési vonalakat vékony (0,1-0,2) szaggatott, az ordináta vonalakat pedig vékony (0,1-0,2) aprón szaggatott vonallal húzzuk meg.
2. A bemért pont abszcissza méretét a mérési vonal mellé, azzal párhuzamosan a mérési iránynak megfelelően az ordináta vonal elé, a mérési vonalnak a pont felé eső oldalára írjuk.
Az ordináta méretet az ordináta vonal elé azzal párhuzamosan írjuk. A mérőleges jelét minden esetben feltüntetjük az ordinátavonal és mérési vonal találkozásánál.
3. Folytatólagos mérésnél az abszcissza méretek után kis vízszintes vonást húzunk.
A mérési vonal végméretét gömbölyű zárójelbe tesszük.
4. Ha sűrűn egymás után következnek ugyanazon oldalon az ordinátavonalak, akkor az abszcissza méretek egymás fölé írjuk következési sorrendben (tehát a legelső van legalul).
5. Ha a mérési vonal határvonalakat átmetsz, az átmetszéseket kis dőlt kereszttel jelöljük. Az átmetszési méretet az átmetszés elé írjuk.
6. A mérési vonal kezdőpontját (a folytatólagos mérés kezdetét) kis hajlított nyíllal jelöljük.
7. Kis alapvonal indulásának abszcissza méretét aláhúzással jelöljük.

14. FELMÉRÉS DIAGRAM TAHIMÉTERREL

Tervezési térképek készítésénél alkalmazott leggyakoribb felmérési eljárás a tahimetria.

A részletfelmérésben egyik legelterjedtebb műszer a diagramtahiméter. Két típusának látómezejét a 68. és a 69. ábrán mutatjuk be.

Mérést az alábbiak szerint hajtunk végre:

1. Felállítjuk a tahimétert a felméréendő területen egy ismert koordinátájú és ismert magasságú pontra (pl. egy előzetesen meghatározott sokszögpontra)

Leolvasások: távolság: $0,384 \times 100 = 38,4$;
magasságkülönbség: $0,267 \times (-20) = -5,34$ m
MOM Ta-D1 látómezeje
68. ábra

Leolvasás $0,292 \times 100 = 29,2$ m; $0,218 \times (+20) = + 4,34$
Zeiss-Dahlta 010 A tahiméter látómezeje
69. ábra

2. Meghatározzuk (megmérjük) a tahiméter fekvőtengelyének magasságát (h) az álláspont fölött cm élességgel (mérőeszközül csuklós mércét, kézi szalagot, végszükségben tahiméteres lécen használunk).
3. A lécet elküldjük a műszerállásból látható, ismert koordinátájú pontra (mondjuk a szomszédos sokszögpontra), ez lesz a tájékozó irány (és leolvasást teszünk a vízszintes körön perc élességgel (I_T)).
4. A segéd munkást felvezetjük az első részletpontra, aki a lécet függőlegesen a pontra állítja.
5. Beirányozzuk a lécet úgy, hogy a függőleges szál a lécz közepén legyen, az alapszál pedig a lécz 0 osztásán (éknél).
Használat előtt jól figyeljük meg, hogy melyik az alapszál az egyes műszereknél.
6. Az indexlibella buborékját középre állítjuk, (amennyiben kompenzátor biztosítja a diagramm beállítását, úgy ez a lépés elmarad.)
7. Leolvassuk a távolságot lehetőség szerint a 100-as szorzójú távmérőszálnál. A Zeiss-Dahlta ábráján ez 29,2 m mivel a lécleolvasás 292 mm, a szorzó 100 és $t = kL$, azaz

$$t = 100 \times 292 = 29200 \text{ mm} = 29,2 \text{ m.}$$

8. Leolvassuk a magasságkülönbséget (Δm) a magassági szálon, a függőleges szálonk a magassági szállal való metsződésénél (hivatkozott példánkban ez $218 \times (-20) = 4360 \text{ mm} = 4,36 \text{ m.}$)
9. A vízszintes körön leolvasást végzünk (1p)
10. Valamennyi részletpontra elvégezzük a 4-9 műveleteket.
11. Mérés befejeztével visszatájékozunk a tájékozó irányra.

Amint a leírtakból is kitűnik, a részletpont távolságát közvetlenül leolvassuk, az abszolút magasságot azonban utólagosan számolni kell a leolvasott magasságkülönbség értékekből.

Mindenekelőtt le kell szögeznünk, hogy a leolvasott *magasságkülönbség a műszer fekvő tengelye, valamint az alapszállal beirányzott lécosztás* (amely rendszeren az éknél történik) *közti érték.*

Így a részletpont abszolút magassága (M_P) az alábbiak alapján számítható az álláspont abszolút magasságától (M_A).

$$M_P = M_A + h \pm \Delta m - l_0$$

A képletben szereplő l_0 az ék magassága (ahol az alapszállal megirányozzuk a lécet) a léc talpától. A legtöbb használatos lécnél ez 1,40 m, itt van a léc 0 osztása. Egyes léctípusoknál a léc hossza egy toldat segítségével változtatható, így elérhető hogy $l_0 = h$. Miután lemértük h -t, a toldat mozgatásával a lécet úgy állítjuk be, hogy az ék és a léc talpa közti távolság is h -val legyen egyenlő. Így a részletpont magasságának számítása egyszerűsödik:

$$M_P = M_A \pm \Delta m$$

Fontos tudnunk, hogy a tahiméter léc helyett szükség esetén használhatunk szintező lécet is, sőt egyes esetekben (erősen bokros, fedett terep esetén) kifejezetten előnyösebb a tahiméter lécnél.

Ekkor a lécet bárhol beirányozhatjuk célszerűen egy dm-re kerek értéket választunk az alapszállal de az irányzás helyét a jegyzőkönyvbe rögzíteni kell, mert a távolság és magasságkülönbség számításakor ezt az értéket a

lécleolvasásokból le kell vonni. Pl. a lécet beirányoztuk 1,2-nél, azaz mm-ben 1200-nál. A lécleolvasások: a 100-as távmérőszál 1412, a + 10-es magassági száznál 1312. A távolság így $1412-1200 = 212 \times 100 = 21200$ mm, azaz 21,2 m.

A pont abszolút magasságának számításakor az 1_0 helyébe értelemszerűen az az érték irányadó, ahol a lécet az alapszállal irányoztuk (példánknál az 1,2 m) Ha mód van rá célszerű az 1 m-nél irányozni a lécet.

A mérés gyakorlati végrehajtásánál az alábbi létszámot célszerű alkalmazni: 1 fő műszerkezelő, 1 fő jegyzőkönyv-vezető, 1 vagy 2 fő léces, 1 fő aki a léceseket felvezeti. A felvezető rendszerint maga a felmérést vezető, aki a felvezetéssel egyidőben manuálét is vezet, melyen a bemért pontokat sorszámozza.

A jegyzőkönyv-vezető ugyancsak sorszámozza az egyes pontokhoz tartozó leolvasásokat. Esetleges elazonosítás elkerülése végett a manuálé vezető és a jegyzőkönyv-vezető minden 5. vagy 10. pontnál egyeztet (pl. "következik a 45". egymásnak kiáltással). Fontos a léces figyelmét felhívni, hogy a függőlegesre állított lécet csak akkor fordítsa beosztásos oldalával a műszer felé, ha az olyan ponton áll, melyen lécleolvasást kell végezni. Minden egyéb helyen a lécet hátoldallal fordítja a műszer felé, kiküszöbölve ezzel a felesleges leolvasások megtételét. Amikor a műszeres a lécet leolvasta "1-es kész", vagy "2-es tovább" kiáltással jelzi. A pontok térképezése szögfelrakóval történi, vagy a pontkoordináták kiszámítását követően kézi vagy elektronikus koordináta felrakóval.

Jegyzőkönyv tachiméterléc használatánál

Álláspont	Irányzott pont	Távolság (m)	Magassági szorzó	Lécleolvasás magassági szálon (mm)	Magasság különbség (m)	Irányérték (° - ")	Magasság (m)
1 Sp.	2 Sp.					142-16	
M=128,12	1	12,6	-10	092	-0,92	152-12	127,45
h=1,65	2	14,5	-10	097	-0,97	161-21	127,40

	3	26,9	-10	106	-1,06	164-16	127,31
	4	42,1	-10	116	-1,16	172-51	127,21
	5	42,6	+20	160	+3,20	216-16	131,57
	6	28,2	+20	155	+3,10	242-42	131,47

15. ÉPÜLETEK MAGASSÁGÁNAK MÉRÉSE TRIGONOMETRIAI MAGASSÁGMÉRÉSSEL

A trigonometriai magasságmérés célszerűen alkalmazható tornyok, gyárkémények épületpárkányok, általában véve magasépítmények magasságainak közvetett úton történő meghatározására.

Ha a műszerállás és a mérendő pont közti vízszintes távolságot közvetlen mérni tudjuk, (70. ábra) a feladat végrehajtása az alábbiak szerint történik:

70. ábra

1. Teodolittal felállunk a mérendő objektum előtt a mérendő magasság 2-3 szorosának megfelelő távolságban.
2. Megmérjük mérőszalaggal a "t" vízszintes távolságot (kétszer)
3. Szintezőlécet állítunk azon pontra, amelytől a létesítmény magasságát kívánjuk meghatározni.
4. Vízszintes távcsőállás mellett leolvassuk a szintezőlécet (l)

5. Beirányozzuk az építmény azon pontját, amelynek a magasságát meg kívánjuk határozni.

6. Leolvassuk a magassági szöget. (α_P)

7. A 3, 4, 5, 6. pont megisméltése második távcsőállásban

8. Számítjuk a magasságot: $\Delta m = l + t \cdot \operatorname{tg}\alpha$

(a képletben szereplő l és α a két távcsőállásban mért érték számtani közepe)

Ha l értékét nem tudjuk meghatározni (mondjuk nincs éppen szintezőlécünk) mérhetjük helyette L_Q értékét (így t ismeretében l számítható).

Ekkor:

$$\Delta m = t (\operatorname{tg}\alpha_P + \operatorname{tg}\alpha_Q)$$

Példa:

1. A t távolság ismert (közvetlen mértük) 95. ábra.

$$t = 69,38 \text{ m}$$

$$\operatorname{tg}\alpha_P = 17^\circ 30' 10''$$

$$\alpha_Q = -4^\circ 01' 20''$$

$$\Delta m = t (\operatorname{tg}\alpha_P + \operatorname{tg}\alpha_Q) = 69,38(0,315353 + 0,0703166) = 26,76 \text{ m}$$

Épületek magasságának (párkánymagasság) megmérése (küszöbszinttől) trigonometriai magasságméréssel ha a távolságot közvetlen tudjuk mérni (folyamatábra)

Eszközök: Teodolit, műszerállvány, mérőszalag, szintezőléc

$$\Delta m = \frac{0,96 \cdot 0,3570129 - 1,72 \cdot 0,2371580 + 30,00 \cdot 0,2371580 \cdot 0,2570129}{0,3570129 - 0,2371580}$$

$$\Delta m = \frac{0,3427324 - 0,4079118 + 2,5400541}{0,1198549} = 20,65 \text{ m}$$

Ellenőrzés:

$$d = \frac{m - l_2}{\operatorname{tg} \alpha_2} = \frac{18,93}{0,3570129} = 53,02 \text{ m}$$

kell, hogy

$$\Delta m - l_1 = (a + d) \cdot \operatorname{tg} \alpha_1$$

$$(a + d) \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 = (30,00 + 53,02) \cdot 0,2371580 = 19,69 \text{ m}$$

$$\Delta m + l_1 = 20,65 - 0,96 = 19,69 \text{ m}$$

Az ellenőrzés során csak a számítás helyességét tudjuk bizonyítani, a mérést nem (nem független egyenletrendszerünk van).

2. A t távolság nem ismert (második megoldás). (72. ábra)

Mérjük: b (bázistávolságot)

α_A α_B

φ_A φ_B

l_A l_B

72. ábra

a.) Számítjuk $\gamma = 180^\circ - (\varphi_A + \varphi_B)$

b.) Az ABP háromszög hiányzó két oldalának számítása:

$$\frac{t_A}{b} = \frac{\sin \varphi_B}{\sin \gamma} \quad \text{és} \quad \frac{t_B}{b} = \frac{\sin \varphi_A}{\sin \gamma}$$
$$t_A = b \frac{\sin \varphi_B}{\sin \gamma} \quad \text{és} \quad t_B = \frac{\sin \varphi_A}{\sin \gamma}$$

c.) A távolságok (t_A és t_B) ismeretében a magasság az 1. példa szerint számítható:

$$\Delta m_A = l_A + t_A \cdot \operatorname{tg} \alpha_A$$

$$\Delta m_B = l_B + t_B \cdot \operatorname{tg} \alpha_B$$

A két Δm érték egyenlősége a mérési és számítási helyességet igazolja.

Mérési eredmények:

$$b = 30,00 \text{ m}$$

$$\alpha_A = 32^\circ 10' 14''$$

$$\varphi_A = 98^\circ 37' 26''$$

$$l_A = 0,94 \text{ m}$$

$$\alpha_B = 22^\circ 53' 48''$$

$$\varphi_B = 41^\circ 44' 04''$$

$$l_B = 0,97 \text{ m}$$

$$\gamma = 180^\circ - (98^\circ 37' 26'' + 41^\circ 44' 04'') = 39^\circ 38' 30''$$

$$t_A = 30,00 \cdot \frac{0,66568}{0,63798} = 31,30 \text{ m}$$

$$t_B = 30,00 \cdot \frac{0,98869}{0,63798} = 46,49 \text{ m}$$

$$\Delta m_A = 0,94 + 31,30 \cdot 0,62902 = 20,63 \text{ m}$$

$$\Delta m_B = 0,97 + 46,49 \cdot 0,42235 = 20,61 \text{ m}$$

$$\Delta m = \frac{20,63 + 20,61}{2} = 20,62 \text{ m}$$

Ha a terep lehetővé teszi, úgy célszerű a műszerállásokat úgy megválasztani, hogy az ABP' háromszög egyenlő oldalú legyen, továbbá a P' -től való távolságuk a magasság 2-3-szorosa legyen (lehetőleg ne legyen 40° -nál nagyobb a magassági szög).

Ügyeljünk arra, hogy nagyon sok műszer magassági köre zenit osztású, ebben az esetben az alapösszefüggésekben szereplő tangens értékek helyett cotangenst kell venni (vagy a zenitszöget átszámolni magassági szögre).

16. ÍVKITŰZÉS

Vonalas létesítmények köríveinek kitűzését a gyakorlatban két lépésben oldjuk meg. Először a főpontokat tűzzük ki, s ezzel megadtuk az ív vázát. Ezt követően tűzzük ki a részletpontokat a már kitűzött főpontok között.

16.1. Körívek főpontjainak kitűzése

A főpontkitűzés alapadatai a *körívsugár* (R) és a *középponti szög* (α).

73. ábra.

A kitűzést megelőző számításokat az alábbi sorrendben célszerű végezni 73. ábra alapján:

1. Az ív eleje és vége (A és B) kitűzéshez szükséges T tangeshosszak meghatározása

$$T = \overline{AS} = \overline{BS} = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$\overline{SK} = R \cdot \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

$$\overline{AE} = R \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$\overline{EK} = R \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\overline{AG} = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4} = \overline{GK} = \overline{KH} = \overline{HB}$$

A kitűzést az alábbiak szerint hajtjuk végre:

1. Teodolittal felállunk S ponton
2. Beirányozzuk e_1 egyenes egy pontját, majd ebben az irányban kimérjük T távolságot. Eredményül kapjuk az ív eleje pontot.
3. Beirányozzuk e_2 egyenes egy pontját és felmérjük ismét T távolságot. Ezúttal az ív vége pontot kapjuk meg.
4. Kitűzzük β szög felezőjének irányát és kimérjük \overline{SK} távolságot. Ezzel megkapjuk az ív közép pontot. Amennyiben \overline{SK} távolság kimérésének akadálya lenne, úgy \overline{AE} és \overline{EK} ortogonális kitűzési elemek, vagy az \overline{AG} távolság felhasználásával jelöljük ki K pont helyét.

A kitűzési adatok az ívkitűző zsebkönyvek különböző ívsugarakra vonatkoztatva tartalmazzák.

Körívfőpontok adatai

$$\alpha = 28^\circ$$

Perc	\overline{AS}	\overline{SK}	\overline{AE}	\overline{EK}	\overline{AB}	Perc
	$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$	$\sec \frac{\alpha}{2} - 1$	$\sin \frac{\alpha}{2}$	$1 - \cos \frac{\alpha}{2}$	$\operatorname{arc} \alpha$	
0	0,249 33	0,030 61	0,241 92	0,029 70	0,488 69	0
1	0,249 48	0,030 65	0,242 06	0,029 74	0,488 98	1
2	0,249 64	0,030 69	0,242 20	0,029 78	0,489 27	2
3	0,249 79	0,030 73	0,242 35	0,029 81	0,489 57	3
4	0,249 95	0,030 76	0,242 49	0,029 85	0,489 86	4
5	0,250 10	0,030 80	0,242 63	0,029 88	0,490 15	5
6	0,250 26	0,030 84	0,242 77	0,029 92	0,490 44	6
7	0,250 41	0,030 88	0,242 91	0,029 95	0,490 73	7
8	0,250 56	0,030 91	0,243 05	0,029 99	0,491 02	8
9	0,250 72	0,030 95	0,243 19	0,030 02	0,491 31	9
10	0,250 87	0,030 99	0,243 33	0,030 06	0,491 60	10
11	0,251 03	0,031 03	0,243 47	0,030 09	0,491 89	11
12	0,251 18	0,031 06	0,243 62	0,030 13	0,492 18	12
13	0,251 34	0,031 10	0,243 76	0,030 16	0,492 47	13
14	0,251 49	0,031 14	0,243 90	0,030 20	0,492 77	14
15	0,251 65	0,031 18	0,244 04	0,030 23	0,493 06	15
16	0,251 80	0,031 22	0,244 18	0,030 27	0,493 35	16
17	0,251 96	0,031 25	0,244 32	0,030 31	0,493 64	17
18	0,252 11	0,031 29	0,244 46	0,030 34	0,493 93	18
19	0,252 27	0,031 33	0,244 60	0,030 38	0,494 22	19
20	0,252 42	0,031 37	0,244 74	0,030 41	0,494 51	20
21	0,252 58	0,031 40	0,244 88	0,030 45	0,494 80	21
22	0,252 73	0,031 44	0,245 03	0,030 48	0,495 06	22
23	0,252 88	0,031 48	0,245 17	0,030 52	0,495 38	23
24	0,253 04	0,031 52	0,245 31	0,030 56	0,495 67	24
25	0,253 19	0,031 56	0,245 45	0,030 59	0,495 96	25
26	0,253 35	0,031 59	0,245 59	0,030 63	0,496 26	26
27	0,253 50	0,031 63	0,245 73	0,030 66	0,496 55	27
28	0,253 66	0,031 67	0,245 87	0,030 70	0,496 84	28
29	0,253 81	0,031 71	0,246 01	0,030 73	0,497 13	29
30	0,253 97	0,031 75	0,246 15	0,030 77	0,497 42	30

A kitűzést az alábbiak szerint hajtjuk végre:

1. Teodolittal felállunk S ponton.
2. Beirányozzuk e_1 egyenes 1 pontját, majd ebben az irányban kimérjük T távolságot. Eredményül kapjuk az ív eleje pontot.
3. Beirányozzuk e_2 egyenes egy pontját és felmérjük ismét T távolságot. Ezuttal az ív vége pontot kapjuk meg.
4. Kitűzzük β szög felezőjének irányát és kimérjük \overline{SK} távolságot. Ezzel megkapjuk az ív középpontot. Amennyiben \overline{SK} távolság kimérésének akadálya lenne, úgy \overline{AE} és \overline{EK} ortogonális kitűzési elemek, vagy az \overline{AG} távolság felhasználásával jelöljük ki K pont helyét.

16.2. Körívek részletpontjainak kitűzése

A gyakorlatban körív részletpontok kitűzése történhet ortogonálisan (derékszögű koordinátákkal) vagy polárisan (polár koordinátákkal)

16.21. Körívek részletpontjainak kitűzése derékszögű koordinátákkal (ortogonálisan)

Két eljárás használatos: érintőről kerek abszcissa értékekkel (74. ábra) és egyenlő ívhosszakkal (75. ábra).

Mindkét eljárásnál a koordinátarendszerünk x tengelye az érintő.

Először kitűzzük az érintőn az abszcisszákat, majd ezekben a pontokban merőlegest állítva (pontosságtól függően prizmával, vagy teodolittal) az ordinátákat.

A kitűzési adatokat számítjuk, vagy táblázatból vesszük ki.

$$x = \text{adott}$$

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$$

74. ábra

$$\text{arc}\beta = \frac{AS}{R}$$

$$x = R \cdot \sin\beta$$

$$y = R (1 - \cos\beta)$$

75. ábra.

Körívészletpontok adatai kerek ívhosszakkal

Ív- hossz m	R = 130		R = 140		R = 150		Ív- hossz m
	x	y	x	y	x	y	
5	5,00	0,10	5,00	0,09	5,00	0,08	5
10	9,99	0,38	9,99	0,36	9,99	0,33	10
15	14,97	0,86	14,97	0,80	14,98	0,75	15
20	19,92	1,54	19,93	1,43	19,94	1,33	20
25	24,85	2,40	24,87	2,23	24,88	2,08	25
30	29,73	3,45	29,77	3,20	29,80	2,99	30
35	34,58	4,68	34,64	4,35	34,68	4,06	35
40	39,37	6,11	39,46	5,68	39,53	5,30	40
45	44,11	7,71	44,23	7,17	44,33	6,70	45
50	48,78	9,50	48,94	8,83	49,08	8,26	50
55	53,37	11,46	53,60	10,67	53,78	9,97	55
60	57,89	13,60	58,18	12,66	58,41	11,84	60
65	62,32	15,91	62,69	14,82	62,98	13,86	65
70	66,67	18,40	67,12	17,14	67,49	16,04	70
75	70,91	21,04	71,46	19,61	71,91	18,36	75
80			75,72	22,24	76,26	20,83	80

Körívészletpont-ordináták kerek abszcisszákkal

x absz- cissza	y ordinátaértékek					x absz- cissza
	95	100	110	120	130	
	méteres körívsugárnál					
5	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	5
10	0,53	0,50	0,46	0,42	0,39	10
15	1,19	1,13	1,03	0,94	0,87	15
20	2,13	2,02	1,83	1,68	1,55	20
25	3,35	3,18	2,88	2,63	2,43	25
30	4,87	4,61	4,17	3,81	3,51	30
35	6,68	6,32	5,72	5,22	4,80	35
40	8,42	8,35	7,53	6,86	6,31	40
45	11,33	10,70	9,63	8,76	8,04	45
50	14,22	13,40	12,02	10,91	10,00	50
55	17,54	16,48	14,74	13,35	12,20	55
60	21,34	20,00	17,81	16,08	14,67	60
65			21,26	19,13	17,42	65
70				22,53	20,46	70

16.22. Kőrívek részletpontjainak kitézése kerületi szögekkel (polárisan)

A körív részletpontok kitűzésének egyik legelőnyösebb módszere. A szükséges mérőeszközök: szögmérőműszer és mérőszalag. A módszer alapgondolata, hogy a körív bármely pontján is legyen a kerületi szög csúcsa, az *egyenlő ívhosszakhoz egyenlő kerületi szögek tartoznak* és a szögértékek nagysága egyenlő az ívhez tartozó középponti szög felével. (76. ábra)

76. sz. ábra

$$\text{arc } 2\delta = \frac{s}{R}$$

$$\text{amelyből } \text{arc } \delta = \frac{s}{2R}$$

Adott ívhossz esetén a szükséges kerületi szögek értékeit a körív sugarától függően táblázatos formában tartalmazzák az ívkitűzési kézikönyvek.

Nem kerek ívhosszaknál - mivel a kerületi szög is arányos az ívhosszal - az ívkitűző zsebkönyvek megfelelő táblázatából kivehető értékek egyszerű összeadásával állapíthatjuk meg a keresett kerületi szög értékét.

Példa:

Mennyi $R = 110$ m sugarú ív esetén 12,56 m ívhosszhoz tartozó kerületi szög?

Kerületi szögek értékei

Ív- hossz m	Körívsugár méterben												Ív- hossz m
	90			95			100			110			
	°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	
0,01	0	0	11,5	0	0	10,9	0	0	10,3	0	0	9,4	0,01
0,02		0	22,9		0	21,7		0	20,6		0	18,8	0,02
0,03		0	34,4		0	32,6		0	30,9		0	28,2	0,03
0,04		0	45,8		0	43,4		0	41,2		0	37,5	0,04
0,05		0	57,3		0	54,3		0	51,6		0	46,9	0,05
0,06		1	8,8		1	5,1		1	1,9		0	56,3	0,06
0,07		1	20,2		1	16,0		1	12,2		1	5,7	0,07
0,08		1	31,7		1	26,8		1	22,5		1	15,0	0,08
0,09		1	43,1		1	37,7		1	32,8		1	24,4	0,09
0,10	0	1	55	0	1	49	0	1	43	0	1	34	0,10
0,20		3	49		3	37		3	26		3	8	0,20
0,30		5	44		5	26		5	9		4	41	0,30
0,40		7	38		7	14		6	53		6	15	0,40
0,50		9	33		9	03		8	36		7	49	0,50
0,60		11	28		10	51		10	19		9	23	0,60
0,70		13	22		12	40		12	2		10	56	0,70
0,80		15	17		14	28		13	45		12	30	0,80
0,90		17	11		16	17		15	28		14	4	0,90
1,00	0	19	6	0	18	6	0	17	11	0	15	38	1,00
2,00	0	38	12	0	36	11	0	34	23	0	31	15	2,00
3,00	0	57	18	0	54	17	0	51	34	0	46	53	3,00
4,00	1	16	24	1	12	22	1	8	45	1	2	30	4,00
5,00	1	35	30	1	30	28	1	25	57	1	18	8	5,00
6,00	1	54	36	1	48	34	1	43	8	1	33	45	6,00
7,00	2	13	41	2	06	39	2	0	19	1	49	23	7,00
8,00	2	32	47	2	24	45	2	17	31	2	5	0	8,00
9,00	2	51	53	2	42	50	2	34	42	2	20	38	9,00
10,00	3	10	59*	3	00	56*	2	51	53*	2	36	16*	10,00
20,00	6	21	58**	6	01	52**	5	43	46**	5	12	31**	20,00
30,00	9	32	57	9	02	48	8	35	40	7	48	47	30,00
40,00	12	43	57	12	03	44	11	27	33	10	25	3	40,00
50,00	15	54	56	15	04	40	14	19	26	13	1	19	50,00
60,00	19	5	55	18	05	36	17	11	19	15	37	34	60,00

A táblázat alapján

10

2 - 36 - 16

2	0 - 31 - 15
0,5	0 - 7 - 49
0,06	0 - 0 - 56,3
<hr/>	
12,56	3 -16 - 56,3

Az eljáráshoz szükséges a körív két megbízható pontjának az ismerete, amire legtöbbször a körív főpontokat használják fel.

A kitűzést az alábbiak szerint hajtjuk végre:

Szögmérőműszerrel felállunk A ponton és beirányozzuk B pontot. (77. ábra).
 Leolvassuk a vízszintes irányértéket. Adott sugár és felvett S részletponttávolság esetén táblázatból kikeressük a δ kerületi szög értékét. Ezt jobb ívnél levonjuk, bal ívnél pedig hozzáadjuk a B pont irányértékéhez. A műszert az új irányértékre forgatva megkapjuk az első részletpont irányát. Ezt követően az S hosszúságú szalag egyik végét az egyik figuráns a B ponthoz illeszti, a másik végével a figuráns egy kitűzőrúddal addig mozog, amíg a távcső irányvonalába nem kerül (beintjük).

77. sz. ábra

A beintés után a kitűzőrúd helyett a földbe egy cöveket verünk le és a cövek tetején is megjelöljük a pontot szeggel. (a szeget is beintjük S távolságra).

A következő részletpont kitűzéséhez a távcső irányvonalát ismét δ kerületi szöggel változtatjuk, és az előbb kitűzött ponthoz illesztett S hosszú szalagot ismét beintjük.

Amint láttuk a kitűzést a távolabbi körívpontról a műszerálláspont felé közeledve végezzük, ezáltal a kitűzési hibák halmozását csökkentjük.

A gyakorlatban - különösen látási akadályok esetén - előfordulhat, hogy A műszer álláspontból nem látjuk a következő körív főpontot. Ilyenkor a részletpontokat kénytelenek vagyunk a műszerállásponttól távolodó irányban kitűzni. Ez a hátrányosabb megoldás különös gondos munkát igényel. Ez esetben az induló irány az álláspontbeli érintőirány.

Az A pontban felállított műszerrel a látási akadályig végezzük a kitűzést, majd az utolsó, még látható körív részletpontra állunk át a műszerrel. Az új műszerállásból beirányozzuk az A pontot és ezután a $\Sigma\delta$ szöggel elforgatjuk a távcső irányvonalát, így megkapjuk az új műszerálláspontához tartozó körív érintőt.

Az új érintő ismeretében az előzőek szerint tovább folytathatjuk a részletpont kitűzést.

Megfelelő látási viszonyok esetén az egész körívet a K ívközepe ponton álló műszerrel tűzzük ki, az ív eleje, majd ív vége ponttól a műszerállás felé közeledve.