

Tirpák András

## A vízszintes mérés módszerei



A követelménymodul megnevezése:

Építőipari mérések értékelése, szervezési feladatok

A követelménymodul száma: 0689-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-015-50



## KITŰZÉS ÉS FELMÉRÉS SZÖGMÉRŐ MŰSZERREL

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Közlekedésépítő technikusként helyszínrajzok, hossz-, és keresztmetszvények alapján, a munkahelyi vezetőjétől megbízást kap vonalas létesítmények tengelyvonalának, valamint az építmények jellemző pontjainak kitűzésére és vízszintes mérésére. A feladatát a terepen, mérő- és kitűző műszerek használatával kell megoldania. A földmérő műszerek tulajdonságainak ismeretében, ki kell választania a műszeres mérések és kitűzések elvégzéséhez alkalmas geodéziai műszereket, eszközöket, és a feladatnak megfelelő módszerrel el kell végeznie a szükséges vízszintes méréseket.

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### MÉRÉS ÉS KITŰZÉS SZÖGMÉRŐ MŰSZERREL

##### 1. A teodolit

A földmérés egyetemes szögmérő műszere, a teodolit vízszintes, illetve vízszintes és magassági szögek mérésére és kitűzésére szolgál.

A teodolithoz tartozó műszerállvány a mérőműszer helyzeti mozdulatlanságát biztosítja a mérés idejére. Az állvány három lábból és egy fejezetből áll.

A lábak könnyűfémből, vagy impregnált fából készülnek. A hosszúságuk állítható. Ez lehetővé teszi, a terephez igazított felállítását és a leolvasások kényelmes magassági beállítását. Ahhoz, hogy a műszer a mérés ideje alatt stabilan álljon, a lábakat földbe kell nyomni, a láb végén elhelyezett taposó saru segítségével. A megfelelő lábhosszúságot szorító karmantyúval vagy szorítócsavarral lehet beállítani.



1. ábra. Fa teodolit műszerállvány<sup>1</sup>

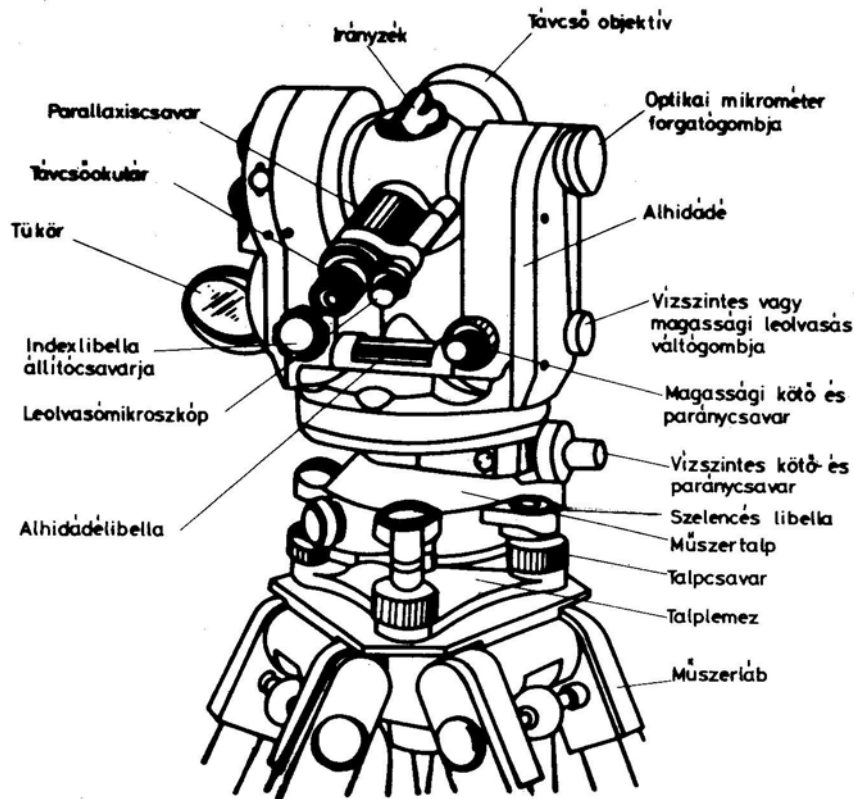
A teodolit alsó szerkezeti részei:

- a műszertalp, amely a mérés alatt – a műszernek a műszerállványon történő elhelyezése után- mozdulatlan helyzetű,
- az alhidádé amely, a műszertalp hengeres törzsébe csapágyazott álló tengely körül forog.

A lapos állványfejekhez csatlakozó *műszertalpak* három, egymástól  $120^\circ$  elhelyezkedő talpcsavarral vannak ellátva. A talpcsavarok lehetővé teszik a műszer kis mértékű döntését és az állótengelyének függőlegessé tételét. A műszertalp felső részén egy, a műszer állótengelyéhez viszonyítva merőlegesen és központosan elhelyezett vízszintes szögbeosztással ellátott kör van, a limbusz amely, üvegből készült. Az osztásokat belekarcolják a limbuszkörbe. Az osztások  $5'$ ,  $10'$ ,  $20'$  szögértéknyire helyezkednek el egymástól. A nagyobb átmérőjű kör nagyobb pontosságot biztosít. Az állótengely függőlegessége esetén a limbusz síkja vízszintes lesz.

---

<sup>1</sup> Forrás: [www. redghost.hu](http://www.redghost.hu) Teodolit állványok 2010.06.21.



2. ábra. A teodolit részeinek elnevezése<sup>2</sup>

A teodolit felső szerkezeti részei:

- A felsőrészház és a távcsőtartó oszlopok

Az állótengely csatlakozik a felsőrészházhoz. Rajta találjuk az alhidádé libellát és a kötő- és irányító csavarok külső részeit. Az alhidádé bal oldalán a magassági kör, az indexlibella vagy kompenzátor, és a magassági kör leolvasó berendezése található.

- Teodoliton található libellák: alhidádé libella, indexlibella, szelencés libella, nyereglibella

A libellák egyenesek függőlegessé és vízszintessé tételére, valamint a függőlegessel vagy vízszintessel bezárt kis szögek mérésére szolgálnak. Ennek megfelelően a libellák lehetnek beállító- vagy mérőlibellák. Alakjuk szerint beszélünk csöves, illetve szelencés libellákról.

Csőves libella:

<sup>2</sup> Bereczki Sándor – Dr. Karsay Ferenc: Földméréstan és kitűzés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993, 51. o

A libella egy üvegcső, mely a fémfoglatban helyezkedik el. A foglat megóvja a libellát a töréstől és az egyéb rongálódástól. A libella homloklapfelületén az újabb szabványok szerint 2 mm-es osztásokat készítenek. Az osztás lehet teljes vagy részleges. A libella érzékenysége függ: felületi csiszoltság minőségétől, a töltőanyag viszkozitásától, a hőmérséklet-változás következtében előálló deformációtól és a buborék nagyságától. A libella középre állítása nagyobb pontossággal végezhető, ha úgynevezett koincidenziás vetítő berendezést használunk. A libellát akkor nevezzük igazítottnak, ha tengelye párhuzamos vagy merőleges valamely kijelölt egyenesre. A libella igazítását a libellaigazító csavarok segítségével végezhetjük el.

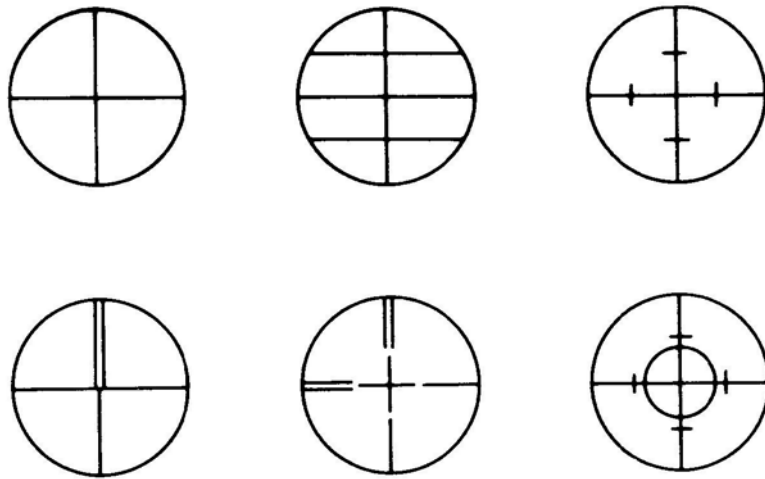
Szelencés libella:

Körhenger alakú üvegedény, mely felülről gömbsüveg határol. A gömbfelületen koncentrikus köröket helyeznek el, ezek központja a szelencés libella főpontja. Általában a műszerek közelítő felállításra, illetve síkok vízszintessé tételére használatosak.

A távcsövek:

A távcsőnek az a szerepe, hogy méréskor a megírányzott távoli pontjel felnagyítva jól láthatóvá és irányzottá tegye. Két gyűjtőlencséből áll: az objektívól és az okulárisból.

Az objektív valós kicsinyített és fordított képet állít elő a szemlélő felőli gyűjtőpontnak közelében. Az okuláris azt a célt szolgálja, hogy az így kapott valós képet, mint egyszerű nagyító megnagyítsa. A távcsövet a szálkereszt-rendszerrel kell ellátni. A szálkeresztet az objektív által előállított kép síkjában kell elhelyezni. A szálkereszt kijelöli a távcső irányvonalát. A külső képállítási távcsöveknél a távcső fő csövében mozgathatóan egy újabb távcsövet helyeznek el. Belső képállítási távcsöveknél az objektív gyűjtőtávolságát változtatjuk meg egy szórólencse segítségével.



3. ábra. Szokásos szálkereszt-rendszerek<sup>3</sup>

A belső képállító-lencse előnye:

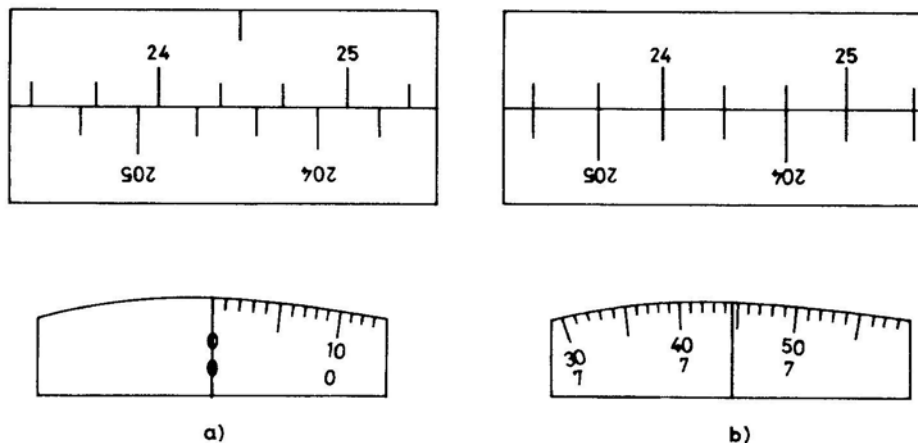
- azonos nagyítás mellett a távcső hossza rövidebb
- a belső képállító-lencse kisebb irányvonal ingadozást idéz elő a szálcső szükséges mozgatása hatására létrejövő irányvonal ingadozásánál
- a távcsövet zártabban lehet kialakítani és szerkezetileg egyszerűbben megoldható a belső optikai elemek védelme a portól és a nedvességtől.
- a távcső hossza állandó
- A geodéziai távcső beállítása:
- A távcső beállítása az észlelő szeméhez: a távcsövet a világosság elé fordítva, úgy mozgatjuk az okulárist az okuláris csőben, hogy a szálkereszt képét élesen lássuk.
- A tárgy élesre állítása a távcsőben

Leolvasóberendezések:

Az állótengely körül olyan, az alhidádéhoz mereven kapcsolt indexet kell alkalmaznunk, melynek helyzetét az osztott körhöz képest meg tudjuk határozni, azaz le tudjuk olvasni. A körök beosztásának számozása az óramutató járásával megegyező. A leolvasást két részből kapjuk meg. Az első részt főleolvasónak hívjuk, közvetlenül megkapjuk, ha megszámloljuk a beosztás kezdővonalától az indexig terjedő teljes osztásközöket. A második a csonka leolvasásnak nevezzük.

Ha a mikroszkóp képsíkjában üveglemezkét helyezünk, mely a képsíkban leképzett beosztásvonalakkal párhuzamos szál (indexszál) található, akkor becslőmikroszkópról beszélünk. Ebben az esetben is két részből beszélünk: teljes leolvasás melyet a limbusbeosztásról olvasunk le és a csonka leolvasásról melyet, megbecsülünk.

<sup>3</sup> Berczki Sándor – Dr. Karsay Ferenc: Földmérés és kitűzés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993, 59. o



4. ábra. Koincidenciás leolvasó berendezés, a beállítás előtt előtt;b) koincidencia után leolvasás  $24^{\circ}27'44,6''$

Kötő- és beállító szerkezet:

A teodolit használata során az alhidádét rögzíteni kell. A rögzítést a kötőcsavarral végezzük. Finomítást a paránycsavarok teszik lehetővé.

Központosító eszközök:

A teodolit a műszerállványon a fizikai pont felett meghatározott magasságban végzi a mérést. A szabados zenit- és nadírvetítőkkel, melyek a függővonal érintője mentén nagyobb távolságra (3–50 m) tudnak vetíteni. A modern műszerek általában optikai vetítővel vannak felszerelve. Az optikai vetítő lényegében egy tört távcső. Törése egy teljes belső visszaverődésű prizma segítségével történik. Az optikai vetítők lehetnek önállóak, vagy műszerbe beépítettek. Követelmény, hogy az állótengely körül körbe lehessen forgatni. A műszert úgy helyezük el, hogy a körnek a középpontjába kerüljön a kiszemelt pont. A függő kialakításánál ügyelni kell arra, hogy csúcsban végződjék, mely a tulajdonképpeni pontra hivatott mutatni. Célszerű kiképezni, hogy a széllal szemben kis ellenállással rendelkezzen. A függőt vékony zsinórra függesztik fel. Egyes műszerek rudas vetítővel vagy vetítőkötéllel rendelkeznek. A vetítőkötél egy teleszkópikus könnyűfém cső, melyen a cső tengelye körül forgathatóan, egy cső tengelyéhez igazított szelencés libella helyezkedik el. Ha a csúcsa a ponton van, a libella buborékja, pedig közepén, akkor a rúd tengelye egybe esik a pont függőlegesével.

<sup>4</sup> Bereczki Sándor – Dr. Karsay Ferenc: Földmérés és kitűzés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993, 68. o

A teodolitot pont fölé kell állítanunk. A pontra állás elvileg azt jelenti, hogy a teodolit állótengelyét függőlegessé téve a kérdéses pont fölé helyezzük el. Az egyik lábát letapossuk, míg a másik kettővel a geodéziai pont képét megkeressük. Ezután ha sikerült megtalálni a jelet az állvány másik két lábát is letapossuk a földre. A három talpcsavar segítségével a geodéziai pont képét és az optikai vetítő jelét összeillesztjük. Az állótengely függőlegesítését elvégzem, mégpedig a könyvben megadottak alapján.

Ha az optikai jel képe nem a geodéziai jelre esik, akkor a kötőcsavarokat fellazítom és elcsúsztatom a műszert, amíg a két jel ismét egyező lesz.

A függőlegesítést és a pontraállást addig ismétlem, amíg teljesen nem sikerül. Minden szögmérés előtt az indexlibellát beállítom. Irányzáshoz minden kötő csavart kioldunk, a szátkereszttel megirányozzuk a kívánni mért pontot, majd ha megtaláltuk a képet, a kötő csavarokat rögzítem. A szátkereszttel pontra állok.

Ezután limbuszkört 0-ra forgatom, majd megirányozom a mérendő pontokat, és miután végeztem az első távcsőállással visszafelé haladva a második távcsőállást is lemérem. A kívánalmaknak megfelelően több sorozatot mérek végig, más-más limbuszkör állásnál ezekből számolva a szögmérés eredményét, amelyet jegyzőkönyvben rögzítek.

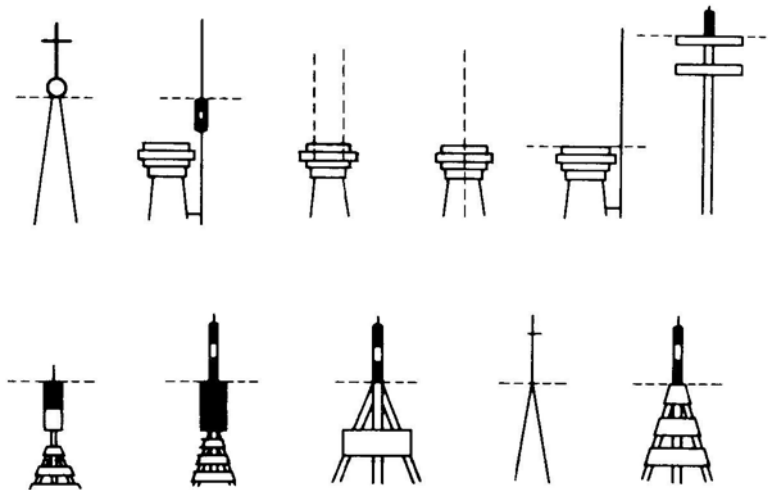
### **Irányzás távcsővel**

Mérésközben a pontosan pontraállított teodolitokkal irányzást végeznek különböző távolságban levő pontokra és a teodolit rögzített irányvonalának helyzetét, olvassák le a vízszintes és magassági körön.

#### **Az irányzás alapfogalmai**

Irányzáskor a távcsőn belül képsík jön létre. A képsík a pont képén átmenő optikai tengelyre merőleges sík. Az irányszálhoz tartozó irány sík az irányszál és az objektív optikai középpontja által meghatározott sík.





5. ábra. Irányzás a szálkereszttel<sup>5</sup>

Az állósál és az objektív optikai középpontja által meghatározott sík a távcső irány síkja. Vízszintes értelemben beirányozottnak nevezzük a pontot, ha a pont képe rajta van az állósálon.

A fekvő szál és az objektív optikai középpontja által meghatározott sík a fekvő irány sík. A pont függőleges értelemben beirányozott, akkor, ha a pont képe rajta van fekvő szálon.

Álló és a fekvő szál metszéspontja (alaki középpontja) és az objektív optikai középpontja által meghatározott egyenes a távcső irányvonala.

A pont mindkét értelemben beirányozott akkor, ha a képe a szálak metszéspontjában van.

Az irányzás akkor végezhető el egyértelműen, ha a szálak képe kényelmes távolságban van és a szálak síkja a pont képén megy keresztül.

*Az irányzás gyakorlati végrehajtása teodolittal:*

- a teodolit magassági, majd pedig a vízszintes kötőcsavarjainak a megoldása;
- egyik kézzel a távcsövet, másik kézzel a vízszintes kötőcsavart fogva, a távcsőre szerelt dioptrával megirányozzák a pontot, a pont képe a távcső látómezejébe kerül;
- a távcső mozdulatlanságára ügyelve megszorítják a vízszintes-, utána a magassági kötőcsavarokat;
- a parallaxis csavar segítségével élesre állítják a beirányozott pont képét;
- először a magassági, azután a vízszintes irányítócsavar forgatásával a pont képét először a vízszintes szálra állítják úgy, hogy a felezzé, majd a függőleges szállal is felezzik;

<sup>5</sup> Berczki Sándor – Dr. Karsay Ferenc: Földméréstan és kitűzés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993, 77. o,

- Vízszintes értelmű irányzaskor – mindig a vízszintes kötőcsavarral kezdik a kötést, és a vízszintes irányítócsavarhoz nyúlnak utoljára.

## 2. A vízszintes szögmérés módszerei

A vízszintes szögméréskor az egy pontból kiágazó térbeli irányok vízszintes vetületeinek egymáshoz viszonyított helyzetét határozzák meg. Ez úgy történik, hogy a limbusz kör, és ezáltal annak a 0 kezdőértéke, a mérés alatt mozdulatlan, viszont irányzaskor az index a limbusz fölött elmozdul.

A meghatározás ismételt mérésekkel történik.

*Az irányérték*

Az ismételt mérések egyszerűsített számtani középértéke az irányérték.

Az ismétlés módszere:

- a szög mérését két távcsőállásban végzik úgy, hogy a két mérést ellenkező alhidádé forgatási értelemben hajtják végre;
- minden irányzás után leolvassák a index helyét, azaz főbeosztás és csonkaleolvasást végeznek. Mindezekből az egy irányra vonatkozó irányértéket úgy kapják meg, hogy az I. távcsőállásban kapott főleolvasás számtani közepét. Az irányérték két csonkaleolvasás estén:

$$\ell = \ell^I_{fő} + (\ell^I_{csonka} + \ell^{II}_{csonka}) : 2$$

ahol a római szám a távcsőállások száma;  $\ell^I_{fő}$  a főleolvasás értéke;  $\ell^I_{csonka}$  a csonkaleolvasás értéke.

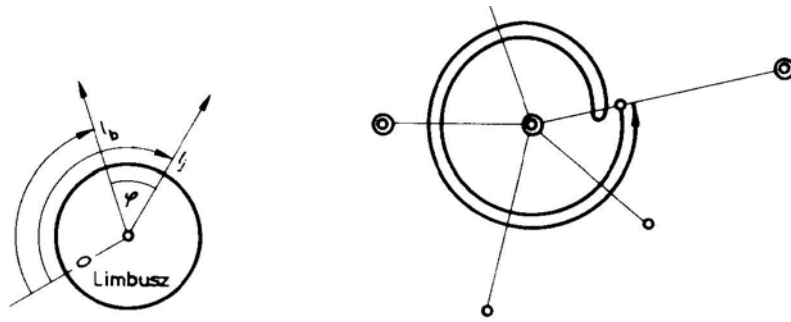
A pontosság fokozása érdekében a csonka leolvasásokat mind a két távcsőállásban meg szokták ismételni úgy, hogy a vízszintes irányítócsavart kissé elmozdítják, majd az irányzást és a leolvasást ismét elvégzik. Ez esetben négy csonkaleolvasást kapnak, és az irányérték számításakor ezeknek veszik a számtani középértékét.

A vízszintes szög mindig két irányérték különbségeként számítható. Az irányérték az a szögérték, amelyet a limbusz zérusvonala és a megírányzott pontra menő irány között van, a limbusz növekvő számozási irányában.

A két irányértékből a közbezárt szöget úgy kapják meg, hogy arccal a szög felé fordulva a jobb oldali irány irányértékéből kivonják a bal oldali irányértéket.

*Az iránymérés*

Az iránymérés a vízszintes szögmérési módszerek közül a gyakorlatban a legelterjedtebben alkalmazott eljárás.



6. ábra. Irányok egymáshoz viszonyított helyzete a) A szög mérése b) Horizont zárás<sup>6</sup>

Az egy pontból kiágazó irányok irányméréssel, egy csoportban való megmérést fordulónak nevezik. Ha a kezdőirány azonos az utolsó iránnyal, akkor horizontzárásról beszélnek.

Az iránymérés végrehajtásának sorrendje a gyakorlatban:

- a műszer felállítása (pontraállítás, az állótengely függőlegessé tétele);
- a távcső előkészítése a méréshez (a szálak okulárral történő élesre állítása);
- irányzás az első pontra;
- a vízszintes kör teljes leolvasása;
- irányzás a másik pontra (az óramutató járásával megegyező pozitív forgási értelemben);
- leolvasás a vízszintes körön a második pontra;
- minden következő pontra irányzás és leolvasás;
- az első pontra irányzás. Leolvasás. Ezzel a horizontzárási művelettel, a műszer mérés közbeni mozdulatlanságát ellenőrzik.
- A legutolsó irányzás után a távcsövet áthajtják, az alhidádét átforgatják és a mérést a pontok ellentétes sorrendjében (II. távcsőállítás), ellenkező forgási értelemben megismétlik;
- megirányozzák a legutoljára beirányzott első pontot;
- sorban megirányozzák a pontokat és elvégzik a leolvasásokat;
- a mérést az első pont irányzásával és az oda vonatkozó leolvasásokkal zárják;
- kiszámítják a pontok irányértékét.

Álláspont: 1							Év: 2010 hó: július nap: 26.						
Az irányzott pont neve	I. távcsőállítás			I. közép értéke		II. távcsőállítás			II. közép értéke		I. és II. középértéke a központban		
	-					-					-		

<sup>6</sup> Berczki Sándor – Dr. Karsay Ferenc: Földméréstan és kitűzés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993, 80. o

A	319	26	36 42	26	39	139	26	42 48	26	45	319	26	42
B	28	13	12 18	13	15	208	13	18 24	13	21	28	13	18
C	105	48	24 30	48	27	285	48	30 36	48	33	105	48	30
D	145	15	06 12	15	09	325	15	12 18	15	15	145	15	12
E	210	19	42 48	19	45	30	19	48 54	19	51	210	19	48
F	300	35 36	54 00	35	57	120	36	00 06	36	03	300	36	00
A	319	26	42 48	26	45	139	26	48 54	26	51	319	26	48

#### Iránymérési jegyzőkönyv

A jegyzőkönyv horizontzárással készült, ahol a csonkaleolvasásokat megismételték, így az irányértékeket négy érték számtani középértékéből kapták.

Az utolsó oszlop a kiszámított irányértékeket mutatja.

#### *Az egyszerű szögmérés és szögkitűzés*

Egyetlen szögnek egyszerű szögméréssel való megmérése úgy végezhető el, mint a két irányra vonatkozó iránymérés.

A szögmérésnek a gyakorlatban előforduló ellentétje, amikor egy pontból kiindulva egy adott kezdő irányhoz képest előre megadott nagyságú szöget kell kitűzni.

#### *A kitűzés menete:*

- felállítás a teodolittal: pontraállítás, állótengely függőlegessé tétele;
- a megadott kezdőirány megirányzása és teljes leolvasás végzése a limbuszon, vagyis megkapják a kezdő irányra vonatkozó irányérték, fok, perc és közepelt másodperc értékét;
- ehhez az értékhez hozzáadják a kitűzendő szög fok, perc és másodperc értéket és ezáltal megkapják a szög jobboldali szárához tartozó irányértéket;

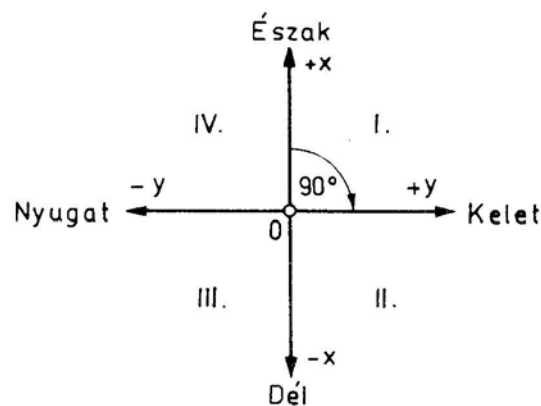
- megoldják a vízszintes kötőcsavart, és a leolvasóberendezésben látható fok, perc értékek változását szemükkel követve, az óramutató járásának megfelelően addig forgatják az állótengely körül a távcsövet, amíg a leolvasás főértékei a jobb oldali szögszár irányértékének megfelelő fokot és percet mutatják;
- megkötik a vízszintes kötőcsavart, majd a vízszintes paránycsavarral pontosan beállítják a jobb oldali szögszár másodpercre helyes irányértékét;
- az így kitűzött szög nagyságának helyességét egyszerű szögméréssel (két távcsőállás) ellenőrzik.

Azokon a teodolitokon, ahol a limbusz elforgatható, a kezdő irány megirányzása és a távcső rögzítése után mód van a limbusz 0 vonását – a leolvasó berendezést figyelve – a kezdő irányhoz forgatni. Ilyenkor a kitűzendő szög bal oldali szárához tartozó irányérték  $0^{\circ} 00' 00''$ , míg a jobb oldali szárhoz a kitűzendő szög nagysága tartozik, mint irányérték. A kitűzött szög nagyságát ez esetben is ellenőrizni kell.

### *Síkgeometriai alapfogalmak a derékszögű koordinátarendszerben*

#### Geodéziai koordinátarendszerek

A koordináta rendszer 0 kezdőpontján át két egymásra merőleges egyenest, koordináta tengelyeket képeznek. A pozitív x tengely az északi iránnyal esik egybe, amelyből a pozitív y tengelyt úgy származtatják, hogy az x tengelyt az óramutató járásával  $90^{\circ}$ -os szögben elforgatják. A pozitív y tengely Keleti irányban mutat. A koordináta rendszert É-K-inek nevezik, és a meghosszabbított tengelyek síknegyedeket képeznek.



7. ábra. Északkeleti tengelyrendszer<sup>7</sup>

#### Az irányszög fogalma

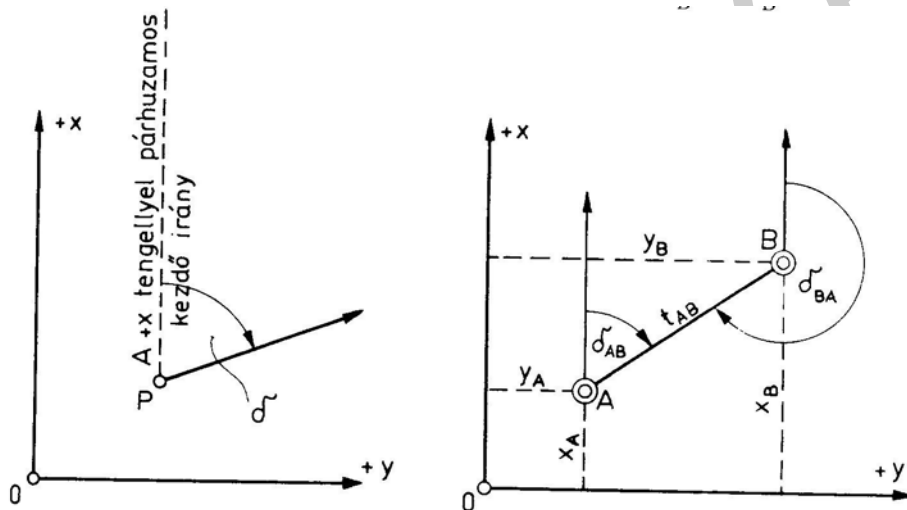
<sup>7</sup> Dr. László Sándor: Geodézia I. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996, 165. o,

Valamely irány irányszögén azt a szöget értik, amelyet a koordináta rendszer  $+x$  tengelye leír, ha pozitív (az óramutató járásával egyező értelmű) forgatással a szóban forgó irányba forgatják.

Egy P pontból kiinduló irány irányszögét úgy kapják meg, hogy a P pontból párhuzamosot húznak a  $+x$  tengellyel és az így kapott irányt pozitív forgatással a keresett irányba forgatják. Az irányszöget  $\delta$  - val jelölik.

Az irányszög és a távolság számítása koordinátákból

A koordináta rendszerben adott két pont az A és B. A geodéziában az  $y$  koordinátát szokás előre írni, ennek megfelelően az A pont koordinátái  $y_A$  és  $x_A$  a B ponté pedig  $y_B$  és  $x_B$ . A két pont relatív helyzetét a két pontot összekötő irány irányszöge és egymástól való távolsága határozza meg.



8. ábra. Irányszög és távolság meghatározása<sup>8</sup>

A két pontot összekötő egyenes két irányt ad meg, A-ról a B-re és B-ről az A-ra, tehát két irányszögről lehet beszélni. A  $\delta_{AB}$  és a  $\delta_{BA}$  -ról. Az irányszög betűjelölésben az indexbetűket olyan sorrendben kell írni, hogy mindig első helyen az a pontszám áll, amelyben a  $+x$  tengellyel párhuzamosot meghúzták, és második helyen annak a pontnak a száma (betűjele). Amelynek irányába a  $+x$  tengely irányát beforgatják, hogy a keresett irányszöget megkapják.

A  $\delta_{AB}$  és a  $\delta_{BA}$  irányszögek között a következő összefüggés írható fel:

$$\delta_{AB} = \delta_{BA} \pm 180^\circ$$

<sup>8</sup> Dr. László Sándor: Geodézia I. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996, 167. o.

## A VÍZSZINTES MÉRÉS MÓDSZEREI

Az ábra alapján a  $\delta_{AB}$  irányszög (az első szögegyedben van) az A és B pontok koordinátáiból számítható a

$$\operatorname{tg} \delta_{AB} = \operatorname{arc} \operatorname{tg} (y_B - y_A) : (x_B - x_A)$$

Az irányszög tényleges értékének számításához el kell dönteni, hogy a keresett irány a szög melyik szögnegyedébe esik. Ennek alapján kell a főértékből az irányszöget kiszámítani.

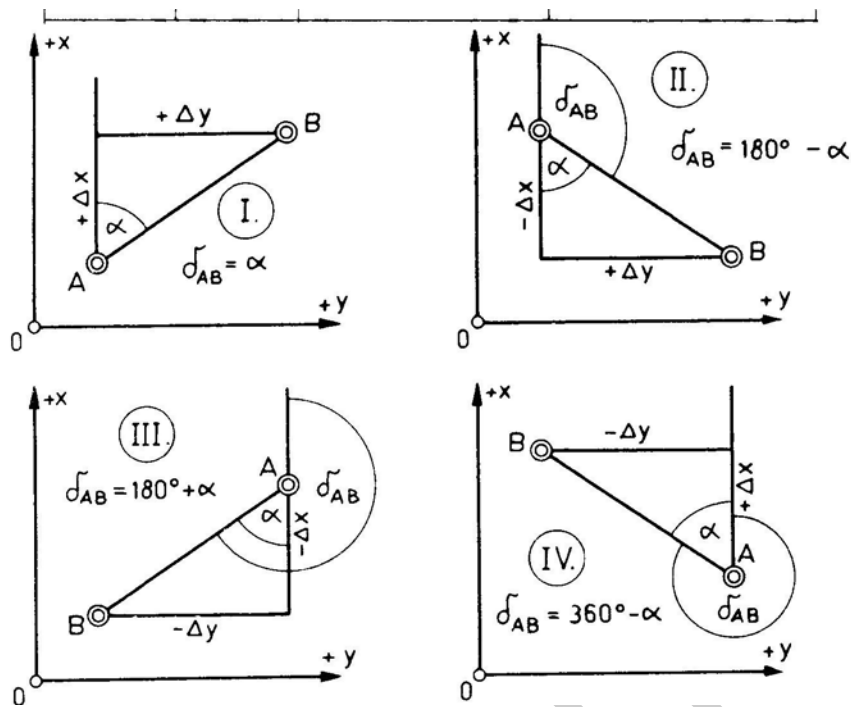
A koordináta különbségek:

$$\Delta y = y_B - y_A$$

$$\Delta x = x_B - x_A$$

A szögnegyedek a koordinátakülönbségek előjeléből megállapíthatóak.

$\Delta y$	$\Delta x$	Szögnyed	$\delta_{AB}$
+	+	I.	$\alpha$
+	-	II.	$180^\circ - \alpha$
-	-	III.	$180^\circ + \alpha$
-	+	IV.	$360^\circ - \alpha$



9. ábra. Irányszög és távolság értelmezése<sup>9</sup>

A koordinátaival adott két pont távolságát közvetlenül a koordináta különbségekből, a derékszögű háromszög átfogójaként számítható.

$$t_{AB} = (\Delta y^2 + \Delta x^2)^{1/2}$$

$$t_{AB} = (y_B - y_A) : \sin \delta_{AB} \quad \text{vagy} \quad t_{AB} = (x_B - x_A) : \cos \delta_{AB}$$

Koordináta meghatározása

Kiszámítandó egy koordinátaival adott A ponttól adott irányszögű irányon, adott távolságban lévő B pont koordinátái.

Adottak:  $y_A, x_A, \delta_{AB}$  és  $t_{AB}$

Kiszámítandók:  $y_B$ , és  $x_B$

$$y_B = y_A + \Delta y_{AB} \quad \text{és} \quad x_B = x_A + \Delta x_{AB}$$

A  $\Delta y_{AB}$  és  $\Delta x_{AB}$  koordinátakülönbségek a  $t_{AB}$  távolsággal és a  $\delta_{AB}$  irányszöggel kifejezhetők:

$$\Delta y_{AB} = t_{AB} \cdot \sin \delta_{AB}$$

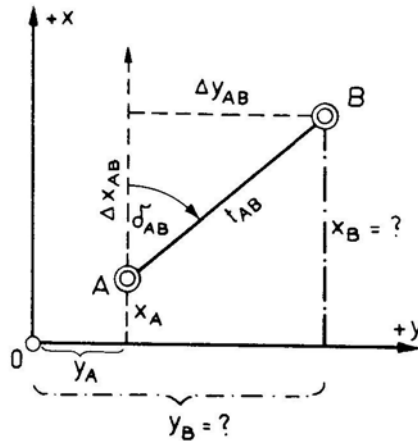
$$\Delta x_{AB} = t_{AB} \cdot \cos \delta_{AB}$$

<sup>9</sup> Dr. László Sándor: Geodézia I. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996, 167. o.



$$y_B = y_A + t_{AB} \cdot \sin \delta_{AB}$$

$$x_B = x_A + t_{AB} \cdot \cos \delta_{AB}$$



10. ábra. Koordináta meghatározása számítással<sup>10</sup>

### A sokszögelés

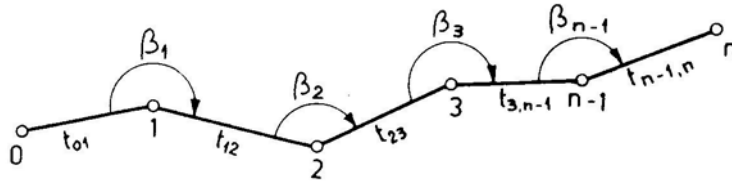
Tetszőleges számú pont viszonylagos helyzetét meghatározhatják, ha a pontokat a vízszintes vetületen egyenes vonalakkal összekötik, megméri a szomszédos pontok vízszintes távolságát és az egyes pontoknál a két szomszédos oldal iránya által megadott szögeket. A sokszögelést alappont meghatározáshoz használják.

A pontokat összekötő törtvonalat sokszögvonalnak, az oldalak egymással bezárt szögét pedig törésszögnek nevezik. A sokszögoldalakat  $t$  betűvel jelölik, és indexként melléírják az oldal két végpontját jelölő számot (betűt). A törésszögeket  $\beta$ -val jelölik és indexként annak a pontnak a számát (jelét) használják, amelyen a szögmérést végezték. Törésszögeken a sokszögvonala menetiránya szerinti baloldali szögeket értik, tehát azt a szöveget, amelyet a haladást értelemben a megelőző oldal ír le, ha a pozitív forgatással a következő oldalba forgatják.

A sokszögvonala célszerű oldalhossza külterületen 200 m. a törésszögekre nézve az a legkedvezőbb, ha közel  $180^\circ$ -osak, azaz nyújtott sokszögvonala alakítanak.

### Önálló sokszögvonala

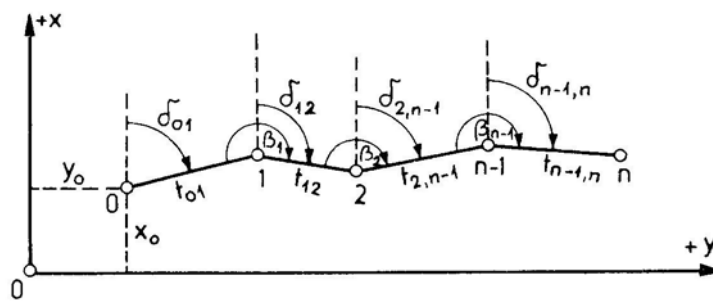
<sup>10</sup> Dr. László Sándor: Geodézia I. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996, 170. o.

11. ábra. Sokszögelés sokszögvonalai és törésszögei<sup>11</sup>

A sokszögelést teljesen önállóan – más alappontokhoz való csatlakozás való csatlakozás nélkül – végzik. Akkor a sokszögvonala pontjainak koordinátáit valamilyen tetszőlegesen felvett koordináta rendszerben számítják ki. Az ábrán látható önálló sokszögvonala meghatározása céljából megméri a

$t_{0,1}, t_{1,2}, \dots, t_{n-1,n}$  oldalhosszakat és a  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{n-1}$  törésszögeket.

A koordináta-rendszer meghatározott lesz, ha felveszik a kezdőpont  $y_0$  és  $x_0$  koordinátáit, valamint az első oldal  $\delta_{0,1}$  irányyszögét. A további pontok koordináta számítását 3 lépésben végzik el.

12. ábra. Önálló sokszögvonala<sup>12</sup>

### I. A sokszögoldalok irányyszögének számítása

A  $\delta_{0,1}$  felvett irányyszögből a mért törésszögek felhasználásával az egyes oldalak irányyszögét folyamatosan kapják meg:

$\delta_{0,1}$  felvett érték

$$\delta_{1,2} = \delta_{0,1} \pm 180^\circ + \beta_1$$

$$\delta_{2,3} = \delta_{1,2} \pm 180^\circ + \beta_2$$

<sup>11</sup> Dr. László Sándor: Geodézia I. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996, 199. o,

<sup>12</sup> Dr. László Sándor: Geodézia I., Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996, 200. o,

.....

$$\delta_{n-1,n} = \delta_{01} \pm 180^\circ + \beta_{n-1}$$

### II. A sokszögoldalvetületeinek számítása

Kiszámítják az egyes oldalak y, majd az x tengely irányú vetületeit:

$$t_{01} \cdot \sin \delta_{01} \qquad t_{01} \cdot \cos \delta_{01}$$

$$t_{02} \cdot \sin \delta_{12} \qquad t_{12} \cdot \cos \delta_{12}$$

.....

$$t_{n-1,n} \cdot \sin \delta_{n-1,n} \qquad t_{n-1,n} \cdot \cos \delta_{n-1,n}$$

A számítás ellenőrzése céljából kiszámítják az y és x tengelyirányú vetületek algebrai összegét is, azaz a

$$[t \cdot \sin \delta] \qquad \text{és} \qquad [t \cdot \cos \delta] \text{ vetületösszegeket.}$$

Ügyelni kell arra, hogy az egyes vetületek előjeles mennyiségek.

### III. A koordináták számítása

Bármely pont koordinátáját megkapják, ha az előző pont koordinátájához az oldal y illetve x irányú vetületét előjelhelyesen hozzáadják.

$y_0$ felvett érték	$x_0$ felvett érték
$y_1 = y_0 + t_{01} \cdot \sin \delta_{01}$	$x_1 = x_0 + t_{01} \cdot \cos \delta_{01}$
$y_2 = y_1 + t_{12} \cdot \sin \delta_{02}$	$x_2 = x_1 + t_{12} \cdot \cos \delta_{02}$
.....	.....
$y_n = y_{n-1} + t_{n-1,n} \cdot \sin \delta_{n-1,n}$	$x_n = x_{n-1} + t_{n-1,n} \cdot \cos \delta_{n-1,n}$
$y_n - y_0 = [t \cdot \sin \delta]$	$x_n - x_0 = [t \cdot \cos \delta]$

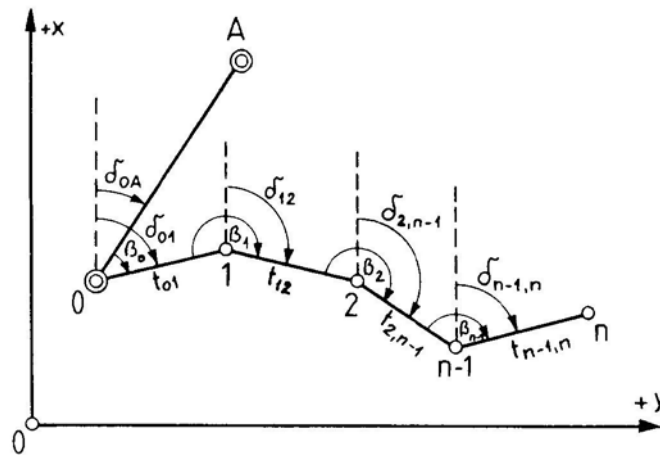
### Tájékozott sokszögoldal

A sokszögoldal akkor tájékozott, ha a 0 kezdőpontja ismert alappont, továbbá ha a kezdőpontban az első sokszögoldalnak és egy ismert alappont felé haladó iránynak – a tájékozót iránynak– az egymással bezárt vízszintes szögét megméri.

Ismereteselek:

- A 0 kezdőpont koordinátái  $y_0, x_0$  és az A tájékozódási pont koordinátái  $y_A, x_A$ ;
- Az oldalhosszak mérési eredményei:  $t_{01}, t_{21}, \dots, t_{n-1,n}$

- A törésszögek mérési eredményei:  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{n-1}$



13. ábra. Tájékozott sokszögvonall<sup>13</sup>

A koordináta számítás lépései:

I. A  $\delta_{0A}$  irányszög számítása

$$\delta_{0A} = \text{arctg} (y_A - y_0) : (x_A - x_0)$$

II. A sokszögvonalak irányszögének számítása:

Az első oldal irányszögét úgy kapják meg, hogy a tájékozó irány irányszögéhez hozzáadják a  $\beta_0$  mért szöveget.

$$\delta_{01} = \delta_{0A} + \beta_0$$

A további oldalak irányszögének számítása megegyezik az önálló sokszögvonalnál ismertetett módszerrel.

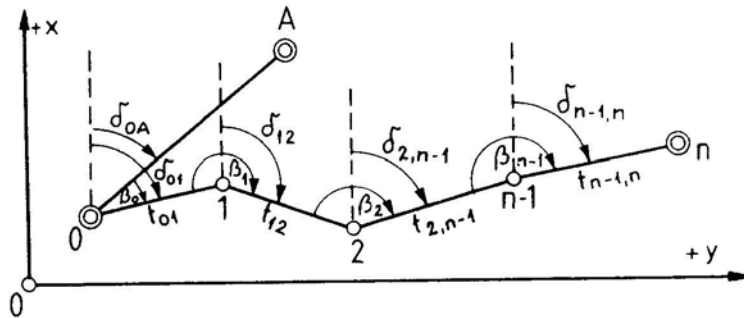
III. Oldalvetületek számítása lépés megegyezik az önálló sokszögvonallal számításával.

IV. A koordináták számítása lépés megegyezik az önálló sokszögvonallal számításával.

Tájékozott és ismert alappontban végződő sokszögvonallal:

Ismeretesek a sokszögvonallal kezdő és végpontjainak koordinátái, valamint a kezdőpontból látható és irányozható.

<sup>13</sup> Dr. László Sándor: Geodézia I., Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996, 202. o



14. ábra. Tájékozott és ismert alappontban végződő sokszögvonala<sup>14</sup>

A tájékozó alappont koordinátái:

$y_0, x_0, y_n, x_n, y_A, x_A$

Az oldalhosszak mérési eredményei:

$t_{0,1}, t_{1,2}, \dots, t_{n-1,n}$

A törésszögek mérési eredményei:

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{n-1}$

A mérésre nézve ellenőrzés van, mert hibátlan mérés esetén a

$$[t \cdot \sin \delta] = y_n - y_0$$

és a

$$[t \cdot \cos \delta] = x_n - x_0$$

feltételeknek kellene teljesülniük.

A mérési hibák következtében ezek a feltételek nem lesznek teljesen kielégítve, hanem  $dy$  és  $dx$  úgynevezett záróhibákat kapnak.

$$dy = (y_n - y_0) - [t \cdot \sin \delta]$$

$$dx = (x_n - x_0) - [t \cdot \cos \delta]$$

A koordináta – záróhibák előjeles mennyiségek.

Ha a záróhibák a megengedett értéknél kisebbek, akkor a kapott koordináta – záróhibák az oldalhosszak arányában szétosztják és velük az egyes oldalvetületeket megjavítják.

<sup>14</sup> Dr. László Sándor: Geodézia I. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996, 203. o,

Az oldalhosszak arányában történő szétosztást úgy végezik el, hogy először kiszámítják a hosszegységre eső záróhibákat, a  $dy/[t]$  és a  $dx/[t]$  értékeket és ezeket az egyes  $t$  oldalhosszakkal megszorozva, a vetületek javítását kapják. A  $[t]$  a sokszögvonala hosszát jelenti.

A kiegyenlített oldalvetületeket zárójellel jelölik, ekkor pl. az első oldal kiegyenlített oldalvetületeit így kapják meg:

$$(t_{01} \cdot \sin \delta_{01}) = t_{01} \cdot \sin \delta_{01} + t_{01} \cdot dy/[t]$$

és

$$(t_{01} \cdot \cos \delta_{01}) = t_{01} \cdot \cos \delta_{01} + t_{01} \cdot dx/[t]$$

A sokszögvonala számítását a tájékozott sokszögvonala-hoz hasonlóan végzik el. Eltérés csak abban mutatkozik, hogy az oldalvetületek számítása után kiszámítják a  $dy$  és a  $dx$  koordináta záróhibákat és az egyes kiegyenlített oldalvetületeket. A koordinátaszámítást a kiegyenlített (zárójeles oldalvetületekkel végzik. A számítás ellenőrzése az, hogy a végpontra az adott  $y_n$ ,  $x_n$  koordinátákat kell kapni.

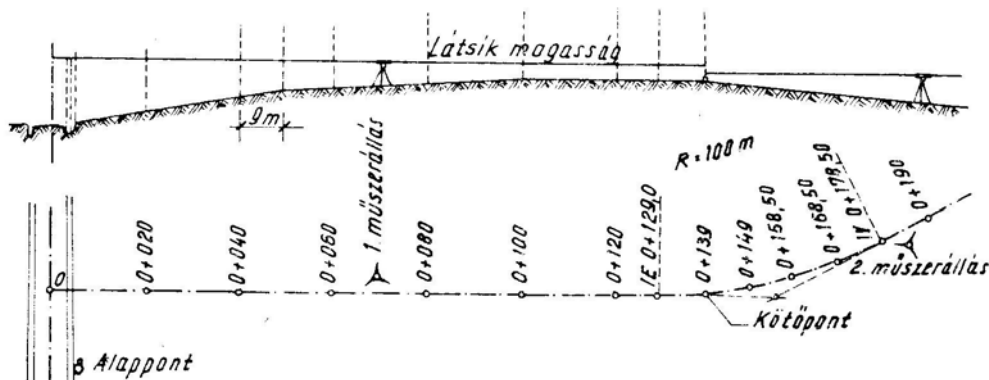
### 3. Vegyes terület-felmérési eljárások

Ha egy területet fel akarnak mérni el kell dönteni, hogy az adott feladatot milyen célból kell elvégezni. Létrehozható nyomvonalas létesítmények (utak, vasutak, csatornák stb.) vagy csak egy terület szintbeli kiterjedése határozható meg.

#### Hossz – szelvény szintezés

A létesítmény valamely vonalas létesítmény, vagy kitűzött vonal jellegzetes tereppontjainak hosszstengely menti magasság felmérését jelenti.

A hossz– szelvény szintezése kezdhető azzal, ha a kereszt-szelvényt már szintezték, hogy a tengelypontokra vonatkozó értékeket átveszik. Ha még nem készült kereszt-szelvény szintezés, akkor a felméréendő terület tengelyvonalát kijelölik, és kívánt sűrűségre szelvényezik (stacionálják). A szelvényezés általában 10, 20, 50 és 100 m-ként történik, de lehet, hogy sűrűbb szelvényezést igényelnek, A szelvénypontokat beszámozzák általában a kilométerek és méterek feltüntetésével (pl. 5+150 szelvény). A szelvényezett pontokon kívül minden pontot is fel kell mérni (pl. irányváltozás kezdete, vége.)



15. ábra. Hossz-szelvény mérés<sup>15</sup>

Ezek után kiválasztanak egy alkalmas magassági alappontot, és elkezdik a szintezést. Az adatokat pontosan jegyzik a jegyzőkönyvekbe, ahol fel kell jegyezni hogy mely pontok nem voltak a vonalszintezés részei. Ezért olyan jegyzőkönyvet használnak, ahol a hátra és előre leolvasás mezőben az alappont és a kötőpontok adatai kerülnek míg a közép mezőbe a szelvénypontok adatai. A mérést úgy végzik, hogy a léce egy ismert magasságú alappontra teszik és a leolvasott értéket a "közép" rovatba kerülnek, a kötőpontok magassági értékeit pedig az előre rovatba jegyzik be. Ezután a pontok magasságát ki tudják számolni. A megadott alappont magasságához hozzáadják az itt leolvasott lécmagasságot, ezzel megkapják a látósík magasságát. Ebből a magasságból levonják a közbenső pontok lécmagasságait, és így megkapják a pontok magassági értékeit.

Pont jele	Lécleolvasás			Látósík magassága	A pont magassága	Megjegyzés
	Hátra	Közép	Előre			
Alappont	1652			231,62	(229,968)	
0+000		1880			229,740	
0+020		1804			229,816	
0+035		1742			229,878	
0+040		1724			229, 896	
0+060		1746			229,874	
0+070		1812			229,808	
0+080		1896			229,724	
0+090		1966			229,654	
0+110		1970			229,650	
0+125		1880			229,740	

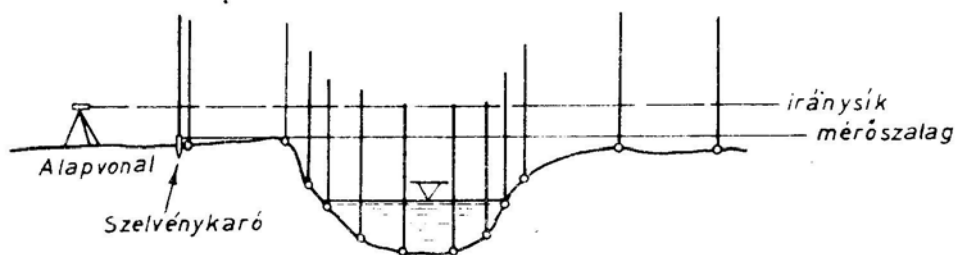
<sup>15</sup> Dr. Karsay Ferenc– Novotny Iván: Geodézia ,Nemzeti Tankönyvkiadó, Karcag, 1994, 184. o.

A rajzokat milliméterpapíron is el lehet készíteni. A hossz-szelvény rajzok magassági méretaránya eltér a hosszabrázolásának méretarányától. Általában 1:100 magassági, és 1:1000 hosszúsági méretarányt választanak, ami milliméterpapíron függőlegesen 1 cm = 1 métert jelent, vízszintesen pedig 10 métert. Így a torzulás tízszeres. A szerkesztést a magassági skála megrajzolásával kezdik a papír bal szélén, figyelembe véve, hogy a kerek 10 méteres magasságok a milliméterpapír vízszintesen a legvastagabb vonalaira kerüljenek. Ezt követően megrajzolják a lap alján vízszintesen a szelvényvonalat, jelölve minden olyan pontot, melyet mértek. A következő lépés, hogy a jegyzőkönyv szerinti magasságokat jelölik. A hossz-szelvény pontjait vékony egyenes vonallal összekötik, úgy mint a szelvénypontok vetítővonalait, melyekre számszerűen a magasságokat is fel kell tüntetni. Fontos azt is megadni, hogy a pontmagasságok milyen alapszintre vonatkoznak.

### Keresztszelvény szintezés

A keresztszelvény szintezés valamely vonalas létesítmény, vagy kitűzött vonal jellegzetes tereppontjainak, illetve a tengely vonalra merőleges pontjainak magasság felmérését jelenti.

A keresztszelvény szintezés hasonlóan történik, mint a hossz-szelvénykészítés. A pontok magasságát szintezőműszerrel, a távolságot mérőszalaggal határozzák meg. Az előkészített alapvonalat például az építmény (vagy meghatározott vonalas létesítmény) kezdőpontjából olyan sűrűn szelvényezik ahogyan azt a terep megkívánja vagy a tervező előírja (kb. 20–25–50m). Ha jelentős szintkülönbség változás van célszerű a terepet a szelvényezést sűríteni. A sűrítést általában karókkal jelzik, amelyeken feltüntetik a szelvényszámokat. A szelvényezés során az útburkolaton felfestéssel, esetleg szöggel jelölik a szelvénypontok helyét. Az egyes szelvénykaróknál a keresztszelvényeket az alapvonalra merőlegesen tűzik ki.



16. ábra. Keresztszelvény szintezés<sup>16</sup>

### A keresztszelvény szintezés menete

<sup>16</sup> Dr. Karsay Ferenc – Novotny Iván: Geodézia, Nemzeti Tankönyvkiadó, Karcag, 1994, 183. o.



A hossz-szelvényre merőleges kereszt-szelvények helyének kijelöléséhez a szelvénytávolságokat megadják. A rövidebb szelvényezésnél (20, 25, 50m) a gyakorlottabbak szemmel is jól felmérhetik a megfelelő távolságot. A merőleges irányok kitűzéséhez nagyobb szelvény esetén szögprizmát használhatnak. A kitűzéseket követően olyan helyre állítják a szintezőműszert, hogy minél több szelvényt tudnak lemérni egy műszerállásból.

A mérés során a szintezőlécet a magassági alappontra állítják, és mm pontossággal leolvassák az értéket. Ez az érték a jegyzőkönyv hátra rovatába kerül. Ezután a lécet az első szelvény karójára állítják és a leolvasott értéket a középső részbe írják. A lécet lehelyezik a karó mellé és itt is leolvasást végeznek, ezt is a középső részbe írják. Ezzel egyidőben két figuráns kifeszít egy mérőszalagot úgy, hogy annak kezdőpontja a szelvénykarónál legyen. A kifeszített mérőszalag mellett, ahol a terepnek jellemző törése van felállítanak egy lécet, és bediktálják a mérőszalagon kapott értéket. Ezt a pont jele rovatba rögzítik, azzal kiegészítve, hogy ez a szelvény jobb vagy bal oldala (a jobb vagy bal oldalt mindig a szelvényezés haladási irányába állva értelmezik). Ezt követően ismét leolvassák a lécet, és az eredményt a közép mezőben bejegyzik. Folytatják a mérést addig, amíg a megadott távolságig el nem jutnak. Ha a szelvényt befejezik, akkor a jegyzőkönyvben kihagynak egy sort, és utána folytatják a következő szelvény felmérését.

Pont jele	Leolvasott léchosszak			Látósík magassága	Pont magassága
	hátra	közép	előre		
ALAPPONT	1415			231,383	229,968
0+040		1487			229,896
B3,3		1552			229,831
4,2		2025			229,358
4,6		2090			229,293
5,1		2025			229,358
J3.3		1552			229,831
4,2		2450			228,933
4,6		2550			228,833
5,1		2000			229,383

### *Kereszt-szelvény szerkesztés*

A kereszt-szelvényeket is milliméterpapíron ábrázolják, de itt nem alkalmaznak torzítást, a méretarány a vízszintes és függőleges tengely mentén is ugyanaz. A kereszt-szelvény méretarányát rendszerint a hossz-szelvény magassági méretarányában szokás felvenni (1:100).

Első lépésként kiválasztják a papír egy vastag vonalát, ez a keresztmetsvény tengelyvonala. Ellenőrizni kell, hogy balra és jobbra elegendő hely van-e a szelvények rajzolásához. Ezt követően az első keresztmetsvény a legalacsonyabb és legmagasabb pontjait megkeresik, ennek függvényében helyezik el a szelvényhez tartozó magasságértékeket a szelvény bal oldalán. A koordináta rendszer felvétele után a tengely terepmagasságát, majd balra és jobbra a felmért pontok magasságát rajzolják be. Végül a pontokat sorra összekötik, így kirajzolódik a keresztmetszet.

A szelvények egymás alá való rajzolásánál oda kell figyelni, hogy a karók egymás alá essenek. A mm papír vastag vonalára. Annyi keresztmetsvényt kell megrajzolni, ahány keresztmetszetet az adott területről felvettek.

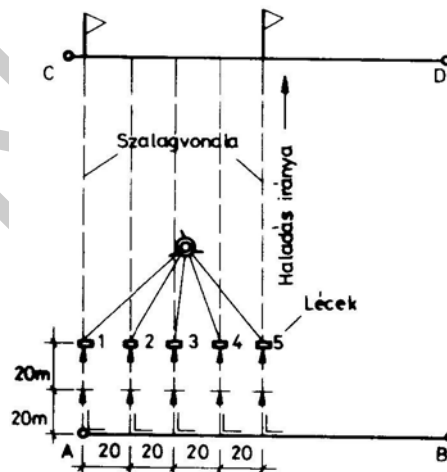
### Területszintezés

Az építőipari létesítmények tervezéséhez szükséges lehet mind hossz, mind keresztirányban nagy kiterjedésű terület jellemző tereppontjai magasságának felmérésére, ezt nevezik területszintezésnek.

Területszintezés hossz- és keresztmetsvények felvételével

A területszintezés a domborzati viszonyoktól és a terület alakjától függ. Hosszúak alak estében célszerű hosszirányban felvenni egy tengelyvonalat és merőlegesen keresztmetsvény szintezést végezni.

Négyzethálós területszintezés



17. ábra. Négyzethálós területszintezés<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Berczki Sándor – Dr. Karsay Ferenc: Földmérés és kitűzés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993, 223. o,

A négyzethálós területszintezés lényege, hogy a mérendő terepen 5, 10, 20, 50 méteres oldalhosszúságú négyzethálót tűznek ki és a terepmagasságokat a sarokpontokon szintezéssel mérik meg.

Ez a módszer közel vízszintes és látás és terepakadályok nélküli területek felmérésére alkalmas. A mérést úgy végzik, hogy első lépésként egy alapvonalat tűznek ki, a felméréendő terep egyik oldalán, amit a kívánt négyzetoldalok hosszának megfelelően szelvényezik. A szelvénypontokat elég ideiglenesen megjelölni, csak minden ötödiket és tizediket jelölik karókkal. A méréskor általában kompenzátoros szintezőműszert és az alapvonalon felvett pontoknak megfelelő számú szintezőlécet használnak.

### A területszintezés menete

- Kitűznek egy alapvonalat, ezek után pedig annyi segédvonalat, amennyit a terület mérete megkíván.
- Megjelölik a főalapvonalon és a segédalapvonalon a megadott osztásköznek megfelelő távolságokat. A segéd alapvonalon kitűző rudakkal, a fő alapvonalon pedig facövekekkel jelölik meg a pontokat.
- A szélső lécek (1-es és 5-ös) vonalban 10 m-es mérőszalagot fektetnek le.
- A szintezőműszerrel olyan helyre állunk, ahol minél nagyobb területet látnak át.
- A szintezőlécekkel felállnak a főalapvonalon lévő első öt pontra. Az 1. lécet a cövek tetejére helyezik, leolvassák a lécen látható értéket, majd a segéd a cövek mellé rakja a lécet és ott is leolvasást végeznek cm pontossággal. A további leolvasás sorrendje: 1,5,4,3,2.
- Amikor az első lécs értéket leolvasták a talajon, a segéd a szalag mentén egy osztásközzel előrébb áll, majd a következő leolvasott lécet tartó előre lép és így tovább. A közbenső három segéd (4,3,2) úgy áll tovább, hogy a segédalapvonalon lévő kitűző rudat figyelve tartják az irányt. Ennek segítségével hosszirányban pontosan együtt mozdulnak, keresztirányban pedig az 1-es és 5-ös ponton álló társukat figyelik. A pontos elhelyezkedésben a két szélső ponton álló léces beintéssel segít.
- Ismét leolvasásokat végeznek a z előző lépések szerint.
- A szalagot a figuráns egy osztásközzel (10m) tovább viszi, amit az 1-es és 5-ös segéd beint a segédvonalon leszúrt kitűzőrúd irányába. A mérést így tovább folytatják.

A jegyzőkönyv vezetése úgy történik, hogy egy A/4 lapra felvázolják a teljes négyzethálót, és egy másik lapon pedig egy műszerállás rácshálózatát tüntetnek fel. Ha több műszerállás van, a lapokat megfelelő műszerálláshoz számozzák. A kezdőkarón álló lécen tett leolvasás értékét a lap szélére felírják úgy, hogy a karó abszolút magassági értékéhez hozzá tudják adni, amivel megkapjuk a műszer látósík magasságát. A leolvasott lécs magasságokat a négyzet felső oldalára írják, majd a pont kiszámolt magasságát a lécsmagasság alá.

### Tahimetrikus területszintezés

A tahiméterrel a pontok távolságait és a fekvőtengelyhez mért magasságkülönbségeket is meg lehet határozni. Ez az eljárás alkalmas a kedvezőtlen domborzati viszonyok felmérésére. A felméréndő terepről vázlatos rajzot készítenek és előre kiválasztják azokat a pontokat, amelyeket fel kívánnak mérni.

Méréskor az egyszerű diagramm tahimétert egy ismert koordinátájú és magasságú pontra (P) állítják. Több műszerállás esetén kötőpontokat kell felvenni.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Készítsen jegyzetet a geodéziai mérési, kitűzési eljárásokról!
2. A füzetbe vagy írólapokra jegyezze fel a következőket:
  - a munkafeladat címét;
  - a tanár és a csoporttársai elérhetőségét;
  - a feladat végrehajtásának ütemezését és időpontjait (határidőket);
  - földméréssel vagy geodéziával kapcsolatos tankönyvek, szakkönyvek, kiadványok, címét, szerzőjét, hozzáférési lehetőségeit;
  - a földmérési (geodéziai) szakmai anyagok internetes elérési lehetőségeit.
3. A munkájához szüksége lesz:
  - íróeszközre;
  - szögfüggvények kezelésére, alkalmas számológépre;
  - Bereczki Sándor– Dr. Karsay Ferenc: Földméréstan és kitűzés Műszaki Könyvkiadó, Budapest, Dr. László Sándor: Geodézia I., Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996 Dr. Karsay Ferenc– Novotny Iván: Geodézia, Nemzeti Tankönyvkiadó, Karcag, 1994; Móczár Ferenc– Varga Imre: Földméréstan munkafüzet II., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1988 tankönyvekre;
4. Figyelmesen hallgassa meg a projektvezetőjét (tanárát, oktatóját), és jegyezze meg a feladat elindításához szükséges információkat!
5. Gyűjtse össze a mérési és kitűzési feladat végrehajtásához szükséges szakkönyvek, feladatgyűjtemények adatait, azok címét, szerzőjét, hozzáférési lehetőségét!
6. Tanári útmutatás és magyarázat alapján értelmezze, rendszerezze és dolgozza fel a vízszintes mérés módszerire vonatkozó információtartalmat!
7. **Tanári irányítás mellett** a tanulócsoporthoz értelmezze a vízszintes mérés módszereivel kapcsolatos összefüggéseket. Ha nem ért valamit, segítséget kérhet a tanártól vagy tanulópartársaitól.
8. A gyakorlatok megkezdése előtt, a vízszintes mérési gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1–26. oldalakon található, feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részleteket!
9. A sokszögvonallhoz–, a vonalas létesítmény hossz– és keresztmetszvényeihez, valamint a hozzátartozó körívek kitűzéséhez szükséges vízszintes mérési feladatok végrehajtásához, válaszoljon a vízszintes mérési módszerekkel és szögmérő műszerekkel kapcsolatos kérdésekre!
10. Az adott méréshez adja meg és válassza ki az összes szükséges eszközt!

11. Használja a vízszintes mérés eszközeit, és tanulótársával értelmezzék a terület fölmérési jegyzőkönyvi adatait.
12. Végezze a megadott módszereknek megfelelő vízszintes mérési- kitűzési alpműveleteket és azokat helyszínrajzi vázlatban, ábrázolja!
13. A térben mért adatokat a megadott mérési és kitűzési tervhez viszonyítva értelmezzén!
14. A mérési eredményeket pontosság szempontjából a terepen ellenőrizze és a nem megfelelő eredményt, ne fogadja el, jelezze és tanulótársával egymást irányítva, javítsák ki a mérési hibákat!
15. Töltse ki a 29–41. oldalakon található önellenőrző feladatlapokat! Pontosan adja meg a szabvány által előírt értékektől való eltérést!

**ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK****1. feladat**

Teodolittal műszeres szögmérést kell végeznie. Először a műszerállványt kell elmozdulás mentesen elhelyeznie. Írja le a műszerláb felépítésének, rögzítésének módjait és követelményeit!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**2. feladat**

Pontosan beállított teodolittal vízszintes szögeket kell mérnie és kitűznie. Írja le a teodolit alsó szerkezeti részeinek felépítését, működését és szerepét!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## 5. feladat

Teodolittal iránymérést kell végeznie. Egészítse ki a végrehajtás sorrendjét és hajtson végre irányméréseket a terepen!

a műszer ..... (pontraállítás, az állótengely függőlegessé tétele);

a .....előkészítése a méréshez (a szálak okulárral történő élesre állítása);

irányzás az ..... pontra;

a vízszintes ..... teljes leolvasása;

irányzás a másik ..... (az óramutató járásával megegyező pozitív forgási értelemben);

leolvasás a vízszintes körön a ..... pontra;

minden következő pontra irányzás és .....

az első pontra irányzás. Leolvasás. Ezzel a horizontzárási művelettel, a műszer mérés közbeni ..... ellenőrzik.

A legutolsó irányzás után a távcsövet ....., az alhidádét átforgatják és a mérést a pontok ellentétes sorrendjében (II. távcsőállítás), ..... forgási értelemben megismétlik;

megirányozzák a legutoljára beirányzott ..... pontot;

sorban megirányozzák a .....és elvégzik a leolvasásokat;

a mérést az ..... pont irányzásával és az oda vonatkozó leolvasásokkal zárják;



kiszámítják a pontok .....

## 6. feladat

Teodolittal kell kitűznie a megadott pontok szögeit. Egészítse ki a kitűzés menetének leírását és tűzzön ki megadott szögekkel irányokat!

felállás a teodolittal: ....., állótengely ..... tétele;

a megadott kezdőirány megirányozása és teljes leolvasás végzése ....., vagyis megkapják a kezdő irányra vonatkozó irányérték, fok, perc és közepelt másodperc értékét;

ehhez az értékhez hozzáadják a ..... fok, perc és másodperc értéket és ezáltal megkapják a szög jobboldali szárához tartozó irányértéket;

megoldják a ....., és a leolvasóberendezésben látható fok, perc értékek változását szemükkel követve, az óramutató járásának megfelelően addig ..... az állótengely körül a távcsövet, amíg a leolvasás főértékei a jobb oldali szögszár irányértékének megfelelő fokot és percet mutatják;

..... a vízszintes kötőcsavart, majd a vízszintes paránycsavarral pontosan beállítják a jobb oldali szögszár másodpercre helyes irányértékét;

az így kitűzött szög ..... helyességét egyszerű szögméréssel (két távcsóállás) ellenőrzik.

## 7. Feladat

A geodéziai koordinátarendszerben határozza meg a szögnegyednek megfelelő értékeket és egészítse ki az alábbi táblázat hiányzó értékeit!

A szögnegyedek a koordinátakülönbségek előjeléből megállapíthatóak.

$\Delta y$	$\Delta x$	Szögnyegyed	$\delta_{AB}$
	+	I.	$\alpha$
+		II.	$180^\circ - \alpha$
-	-		$180^\circ + \alpha$
-	+	IV.	

**8. feladat**

Határozza meg a  $\delta_{AB}$  szöget számítással ha a koordináták értéke!

$$y_A = 5,27 \text{ m} \quad \text{és az} \quad x_A = 8,42 \text{ m}$$

$$y_B = 15,32 \text{ m} \quad \text{és az} \quad x_B = 28,53 \text{ m}$$

$$\delta_{AB} = ?$$

---



---



---



---

**9. feladat**

Számítással határozza meg a B pont koordinátáit, ha ismeri az A pont koordinátáit, és az A ponttól adott irányszögű irányon, adott távolságban lévő B pont koordinátái!

$$\text{Adottak: } y_A = 12,32 \text{ m} \quad \text{és az} \quad x_A = 6,96 \text{ m}$$

$$\delta_{AB} = 63^\circ 42' \quad \text{és a} \quad t_{AB} = 44,23 \text{ m}$$

Kiszámítandók:  $y_B$  és az  $x_B$  koordináta értékek

---



---



---

10. feladat

Útépítő technikusként sokszögvonalat kell felmérnie, kitűznie és számítani. Írja le a sokszögvon fogalmát és felhasználási lehetőségeit a vízszintes mérés során! Fogalmazza meg a sokszögoldalak jelölését, célszerű méreteit, és az oldalak által bezárt szögek jelölését és értelmezését!

Blank lined area for writing the answer to the 10th task.

11. feladat

Egészítse ki a sokszögvon számításra vonatkozó táblázat hiányzó értékeit!

**$y_0$  felvett érték**

$$y_1 = y_0 + t_{01} \cdot \dots \cdot \delta_{01}$$

$$y_2 = \dots + t_{12} \cdot \sin \delta_{02}$$

$$y_n = y_{n-1} + \dots \cdot \sin \delta_{n-1,n}$$

$$y_n - \dots = [t \cdot \sin \delta]$$

**$x_0$  felvett érték**

$$x_1 = \dots + t_{01} \cdot \cos \delta_{01}$$

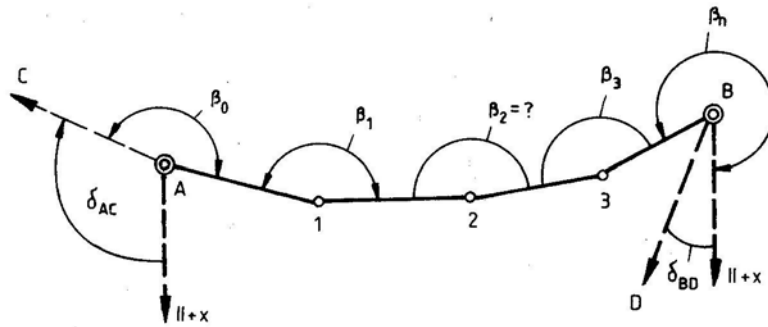
$$x_2 = x_1 + \dots \cdot \cos \delta_{02}$$

$$x_n = \dots_{n-1} + t_{n-1,n} \cdot \cos \delta_{n-1,n}$$

$$x_n - x_0 = [\dots \cdot \cos \delta]$$

## 12. Feladat

A műszeres mérés során a vázolt kettősen tájékozott sokszögvonal 2. pontjánál nem mérhető a  $\beta_2$  törésszög. A számítási gyakorlat megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1-26. oldalakon található, sokszögszámítási feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részleteket! Tanári segítséggel értelmezze a feladatot és a megadott adatokból számítsa ki a hiányzó  $\beta_2$  törésszöget!



18. ábra. Törésszög értékének számítása<sup>18</sup>

## Adatok:

$$\delta_{AC} = 134^\circ 43' 35''$$

$$\delta_{BD} = 26^\circ 06' 26''$$

$$\beta_0 = 180^\circ 19' 11''$$

$$\beta_1 = 179^\circ 30' 36''$$

$$\beta_3 = 179^\circ 32' 35''$$

$$\beta_n = 251^\circ 40' 25''$$

$$\beta_2 = ?$$

---



---



---



---

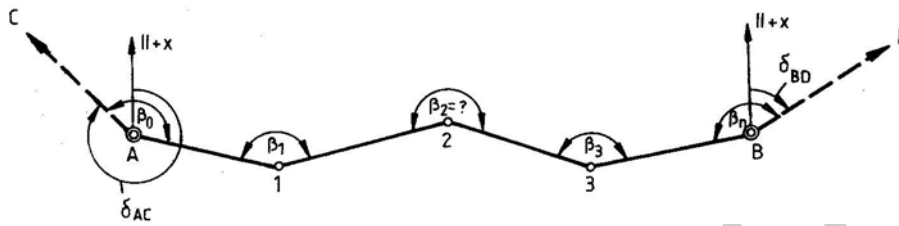


---

<sup>18</sup> Móczár Ferenc– Varga Imre: Földméréstan munkafüzet II. ,Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1988, 188.o.

13. feladat

Műszeres mérés során a vázolt kettősen tájékozott sokszögvonal 2. pontjánál nem mérhető a  $\beta_2$  törésszög. A számítási gyakorlat megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1-26. oldalakon található, sokszögszámítási feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részleteket! Tanári segítséggel értelmezze a feladatot és a megadott adatokból számítsa ki a hiányzó  $\beta_2$  törésszöget!



19. ábra. Törésszög értékének számítása<sup>19</sup>

Adatok:

$\delta_{AC} = 335^\circ 28' 42''$

$\delta_{BD} = 60^\circ 31' 32''$

$\beta_0 = 134^\circ 56' 46''$

$\beta_1 = 170^\circ 36' 16''$

$\beta_3 = 166^\circ 43' 10''$

$\beta_n = 139^\circ 38' 42''$

$\beta_2 = ?$

---



---



---



---



---

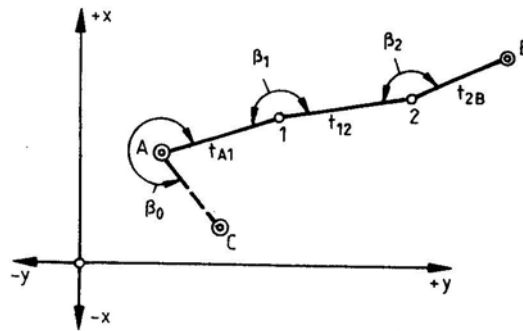


---

<sup>19</sup> Móczár Ferenc– Varga Imre: Földmérés tan munkafüzet II.,. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1988, 188.o

## 14. feladat

A műszeres mérés során megadták a vázolt egyszeresen tájékozott sokszögvonal pontjainak koordinátáit. Határozza meg számítással az 1-es és 2-s pontok koordinátáit! A számítási gyakorlat megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1–26. oldalakon található, sokszögszámítási feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részleteket! Tanári segítséggel értelmezze a feladatot és a megadott adatokból tanári segítséggel számítsa ki a hiányzó koordinátákat!



20. ábra. Egyszeresen tájékozott sokszögvonal számítása<sup>20</sup>

Adatok:

$$y_A = +1965,329 \text{ m} \quad x_A = +1782,736 \text{ m}$$

$$y_B = +2268,360 \text{ m} \quad x_B = +1911,484 \text{ m}$$

$$y_C = +2012,125 \text{ m} \quad x_C = +1694,121 \text{ m}$$

$$\beta_0 = 272^\circ 56' 15'' \quad t_{A1} = 128,527 \text{ m}$$

$$\beta_1 = 183^\circ 18' 35'' \quad t_{12} = 99,873 \text{ m}$$

$$\beta_2 = 179^\circ 30' 20'' \quad t_{2B} = 101,052 \text{ m}$$

## Feladat:

$$y_1 = ? \quad x_1 = ?$$

$$y_2 = ? \quad x_2 = ?$$

<sup>20</sup> Móczár Ferenc– Varga Imre: Földméréstan munkafüzet II. ,Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1988, 189.o.



Ezek után kiválasztanak egy alkalmas magassági ....., és elkezdik a szintezést. Az adatokat pontosan jegyzik a ....., ahol fel kell jegyezni hogy mely pontok .....a vonalszintezés részei. Ezért olyan jegyzőkönyvet használnak, ahol a ..... leolvasás mezőben az alappont és a kötőpontok adatai kerülnek míg a közép mezőbe a ..... adatai. A mérést úgy végzik, hogy a lécet egy ismert magasságú ..... teszik és a leolvasott értéket a "közép" rovatba kerülnek, a kötőpontok magassági értékeit pedig az ..... rovatba jegyzik be. Ezután a pontok ..... ki tudják számolni. A megadott alappont magasságához hozzáadják az itt leolvasott ....., ezzel megkapják a látósík magasságát. Ebből a magasságból levonják a közbenső pontok ....., és így megkapják a pontok magassági értékeit.

### 16. feladat

Feladata vonalas létesítmény keresztaszelvényeinek szintezése. A keresztaszelvény mérési gyakorlat megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1-26. oldalakon található, keresztaszelvény készítési feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részleteket! Egészítse ki a keresztaszelvény szintezéssel kapcsolatos eljárás leírását! Utána tanuló társával végezze el a tanár által kijelölt vonalon a keresztaszelvény szintezést és az eredményeket szintezési jegyzőkönyvbe, rögzítse!

A ..... magasságát szintezőműszerrel, a távolságot mérőszalaggal határozzák meg. Az előkészített alapvonalat például az építmény ( vagy meghatározott vonalas létesítmény) kezdőpontjából olyan sűrűn szelvényezik ahogyan azt a terep megkívánja vagy a tervező előírja (kb. .... - 50m). Ha jelentős szintkülönbség változás van célszerű a terepen a ..... sűrítteni. A sűrítést általában ..... jelzik, amelyeken feltüntetik a szelvényszámokat. A szelvényezés során az útburkolaton ....., esetleg szöggel jelölik a szelvénypontok helyét. Az egyes szelvénykaróknál a keresztaszelvényeket az alapvonalra ..... tűzik ki.



A hossz-szelvényre merőleges keresztmetszvények helyének kijelöléséhez a .....megadják. A rövidebb szelvényezésnél (20, .....m) a gyakorlottabbak szemmel is jól felmérhetik a megfelelő távolságot. A merőleges irányok kitűzéséhez nagyobb szelvény esetén ..... használhatnak. A kitűzéseket követően olyan helyre állítják a szintezőműszert, hogy minél több ..... tudnak lemérni egy műszerállásból.

A mérés során a szintezőlécet a ..... állítják, és mm pontossággal leolvassák az értéket. Ez az érték a jegyzőkönyv ..... rovatába kerül. Ezután a lécet az első szelvény karójára állítják és a leolvasott értéket a .....részbe írják. A lécet lehelyezik a karó mellé és itt is ..... végeznek, ezt is a középső részbe írják. Ezzel egyidőben két figuráns kifeszít egy mérőszalagot úgy, hogy annak kezdőpontja a ..... legyen. A kifeszített mérőszalag mellett, ahol a terepnek jellemző törése van felállítanak ....., és bediktálják a mérőszalagon kapott értéket. Ezt a ..... rovatba rögzítik, azzal kiegészítve , hogy ez a szelvény jobb vagy bal oldala (a jobb vagy bal oldalt mindig a ..... irányába állva értelmezik). Ezt követően ismét leolvassák a ....., és az eredményt a közép mezőben bejegyzik. Folytatják a mérést addig, amíg a ..... el nem jutnak. Ha a szelvényt befejezik, akkor a jegyzőkönyvben ..... egy sort, és utána folytatják a ..... szelvény felmérését.

### 17. feladat

Feladata 10x10m-es négyzethálós területszintezés végrehajtása. A négyzethálós mérési gyakorlat megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1–26. oldalakon található, négyzethálós szintezési feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részleteket! Írja le a négyzethálós szintezés menetét! Utána tanuló társával végezze el a tanár által kijelölt 40m széles területen a négyzethálós területszintezést és az eredményeket szintezési jegyzőkönyvbe, rögzítse!

MUNKANYAG

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

A teodolithoz tartozó műszerállvány a mérőműszer helyzeti mozdulatlanságát biztosítja a mérés idejére. Az állvány három lábból és egy fejezetből áll.

A lábak könnyűfémből, vagy impregnált fából készülnek. A hosszúságuk állítható. Ez lehetővé teszi, a terephez igazított felállítását és a leolvasások kényelmes magassági beállítását. Ahhoz, hogy a műszer a mérés ideje alatt stabilan álljon, a lábakat földbe kell nyomni, a láb végén elhelyezett taposó saru segítségével. A megfelelő lábhosszúságot szorító karmantyúval, vagy szorítócsavarral lehet beállítani.

### 2. feladat

A teodolit alsó szerkezeti részei:

- a műszertalp, amely a mérés alatt – a műszernek a műszerállványon történő elhelyezése után– mozdulatlan helyzetű,
- az alhidádé amely, a műszertalp hengeres törzsébe csapágyazott álló tengely körül forog.

A lapos állványfejekhez csatlakozó *műszertalpak* három, egymástól  $120^\circ$  elhelyezkedő talpcsavarral vannak ellátva. A talpcsavarok lehetővé teszik a műszer kis mértékű döntését és az állótengelyének függőlegessé tételét. A műszertalp felső részén egy, a műszer állótengelyéhez viszonyítva merőlegesen és központosan elhelyezett vízszintes szögbeosztással ellátott kör van, a limbusz amely, üvegből készült. Az osztásokat belekarcolják a limbuszkörbe. Az osztások  $5'$ ,  $10'$ ,  $20'$  szögértéknyire helyezkednek el egymástól. A nagyobb átmérőjű kör nagyobb pontosságot biztosít. Az állótengely függőlegessége esetén a limbusz síkja vízszintes lesz.

### 3. feladat

A távcsövek:

A távcsőnek az a szerepe, hogy méréskor a megirányzott távoli pontjel felnagyítva jól láthatóvá és irányzottá tegye. Két gyűjtőlencséből áll: az objektívől és az okulárisból.

Az objektív valós kicsinyített és fordított képet állít elő a szemlélő felőli gyűjtőpontnak közelében. Az okuláris azt a célt szolgálja, hogy az így kapott valós képet, mint egyszerű nagyító megnagyítsa. A távcsövet a szálkereszt-rendszerrel kell ellátni. A szálkeresztet az objektív által előállított kép síkjában kell elhelyezni. A szálkereszt kijelöli a távcső irányvonalát. A külső képállítású távcsöveknél a távcső fő csövében mozgathatóan egy újabb távcsövet helyeznek el. Belső képállítás az objektív gyűjtőtávolságát változtatjuk meg egy szórólencse segítségével.

#### 4. feladat

*Az irányzás gyakorlati végrehajtása teodolittal:*

- a teodolit magassági, majd pedig a vízszintes kötőcsavarjainak a megoldása;
- egyik kézzel a távcsövet másik kézzel a vízszintes kötőcsavart fogva, a távcsőre szerelt dioptrával megirányozzák a pontot, a pont képe a távcső látómezéjébe kerül;
- a távcső mozdulatlanságára ügyelve megszorítják a vízszintes-, utána a magassági kötőcsavarokat;
- a parallaxiscsavar segítségével élesre állítják a beirányzott pont képét;
- először a magassági, azután, a vízszintes irányítócsavar forgatásával a pont képét először a vízszintes szálra állítják úgy, hogy a felezze, majd a függőleges szállal is felezik;
- Vízszintes értelmű irányzáskor – mindig a vízszintes kötőcsavarral kezdik a kötést, és a vízszintes irányítócsavarhoz nyúlnak utoljára.

#### 5. feladat

Az iránymérés végrehajtásának sorrendje a gyakorlatban:

- a műszer **felállítása** (pontraállítás, az állótengely függőlegessé tétele);
- a **távcső** előkészítése a méréshez (a szálak okulárral történő élesre állítása);
- irányzás az **első** pontra;
- a vízszintes **kör** teljes leolvasása;
- irányzás a másik **pontra** (az óramutató járásával megegyező pozitív forgási értelemben);
- leolvasás a vízszintes körön a **második** pontra;
- minden következő pontra irányzás és **leolvasás**;
- az első pontra irányzás. Leolvasás. Ezzel a horizontzárási művelettel, a műszer mérés közbeni **mozdulatlanságát** ellenőrzik.
- A legutolsó irányzás után a távcsövet **áthajtják**, az alhidádét átforgatják és a mérést a pontok ellentétes sorrendjében (II. távcsőállás), **ellenkező** forgási értelemben megismétlik;
- megirányozzák a legutoljára beirányzott **első** pontot;
- sorban megirányozzák a **pontokat** és elvégzik a leolvasásokat;
- a mérést az **első** pont irányzásával és az oda vonatkozó leolvasásokkal zárják;
- kiszámítják a pontok **irányértékét**.

#### 6. feladat

A kitűzés menete:

- felállítás a teodolittal: **pontraállítás**, állótengely **függőlegessé** tétele;
- a megadott kezdőirány megirányozása és teljes leolvasás végzése **a limbuszon**, vagyis megkapják a kezdő irányra vonatkozó irányérték, fok, perc és közepelt másodperc értékét;

## A VÍZSZINTES MÉRÉS MÓDSZEREI

- ehhez az értékhez hozzáadják a **kitűzendő szög** fok, perc és másodperc értéket és ezáltal megkapják a szög jobboldali szárához tartozó irányértéket;
- megoldják a **vízszintes kötőcsavart**, és a leolvasóberendezésben látható fok, perc értékek változását szemükkel követve, az óramutató járásának megfelelően addig **forgatják** az állótengely körül a távcsövet, amíg a leolvasás főértékei a jobb oldali szögszár irányértékének megfelelő fokot és percet mutatják;
- **megkötik** a vízszintes kötőcsavart, majd a vízszintes paránycsavarral pontosan beállítják a jobb oldali szögszár másodpercre helyes irányértékét;
- az így kitűzött szög **nagyságának** helyességét egyszerű szögméréssel (két távcsőállás) ellenőrzik.

### 7. feladat

A szögnegyedek a koordinátakülönbségek előjeléből megállapítható.

$\Delta y$	$\Delta x$	Szögnegyed	$\delta_{AB}$
+	+	I.	$\alpha$
+	-	II.	$180^\circ - \alpha$
-	-	III.	$180^\circ + \alpha$
-	+	IV.	$360^\circ - \alpha$

### 8. feladat

A koordináta különbségek:

$$\Delta y = y_B - y_A = 15,32 - 5,25 = 10,07\text{m}$$

$$\Delta x = x_B - x_A = 18,53 - 8,42 = 20,11\text{m}$$

$$\text{tg } \delta_{AB} = \text{arc tg } (y_B - y_A) : (x_B - x_A) = 10,07 : 20,11 = 0,50075$$

$$\delta_{AB} = 26,60^\circ = 26^\circ 36'$$

### 9. Feladat

$$y_B = y_A + t_{AB} \cdot \sin \delta_{AB} = 12,32 + 44,23 \cdot 0,89649 = 12,32 + 39,652 = 51,872\text{m}$$

$$x_B = x_A + t_{AB} \cdot \cos \delta_{AB} = 6,96 + 44,23 \cdot 0,44307 = 6,96 + 19,597 = 26,557\text{ m}$$

**10. feladat**

Tetszőleges számú pont viszonylagos helyzetét meghatározhatják, ha a pontokat a vízszintes vetületen egyenes vonalakkal összekötik, megméri a szomszédos pontok vízszintes távolságát és az egyes pontoknál a két szomszédos oldal iránya által megadott szögeket. A sokszögelést alappont meghatározáshoz használják.

A sokszög vonal célszerű oldalhossza külterületen 200 m. a törésszögekre nézve az a legkedvezőbb, ha közel 180°-osak, azaz nyújtott sokszög vonalat alakítanak.

A pontokat összekötő törtvonalat sokszög vonalnak, az oldalak egymással bezárt szögét pedig törésszögnek nevezik. A sokszög oldalakat  $t$  betűvel jelölik, és indexként melléírják az oldal két végpontját jelölő számot (betűt). A törésszögeket  $\beta$ -val jelölik és indexként annak a pontnak a számát (jelét) használják, amelyen a szögmérést végezték. Törésszögeken a sokszög vonal menetiránya szerinti baloldali szöveget értik, tehát azt a szöveget, amelyet a haladást értelemben a megelőző oldal ír le, ha a pozitív forgatással a következő oldalba forgatják.

**11. feladat**

$y_0$  felvett érték

$$y_1 = y_0 + t_{01} \cdot \sin \delta_{01}$$

$$y_2 = y_1 + t_{12} \cdot \sin \delta_{02}$$

$$y_n = y_{n-1} + t_{n-1,n} \cdot \sin \delta_{n-1,n}$$

$$y_n - y_0 = [t \cdot \sin \delta]$$

$x_0$  felvett érték

$$x_1 = x_0 + t_{01} \cdot \cos \delta_{01}$$

$$x_2 = x_1 + t_{12} \cdot \cos \delta_{02}$$

$$x_n = x_{n-1} + t_{n-1,n} \cdot \cos \delta_{n-1,n}$$

$$x_n - x_0 = [t \cdot \cos \delta]$$

**12. feladat**

Eredmény:

$$\beta_2 = 180^\circ 20' 04''$$

**13. feladat**

Eredmény:

$$\beta_2 = 1193^\circ 07' 54''$$

**14. feladat**

Eredmények:

$$y_1 = +2081,888 \text{ m}$$

$$x_1 = +1836,808 \text{ m}$$

$$y_2 = +2174,736 \text{ m}$$

$$x_2 = +1873,524 \text{ m}$$

### 15. feladat

A létesítmény valamely vonalas létesítmény, vagy kitérített vonal **jellegzetes tereppontjainak** hossz tengely menti magasság felmérését jelenti.

A hossz- szelvény szintezése kezdhető azzal, ha a keresztshelvényt már szintezték, hogy a tengelypontokra vonatkozó értékeket **átveszik**. Ha még nem készült keresztshelvény szintezés, akkor a felméréendő terület tengelyvonalát **kijelölik**, és kívánt sűrűségre **szelvényezik**. A szelvényezés általában **10, 20, 50** és **100 m**-ként történik, de lehet, hogy sűrűbb szelvényezést igényelnek, A szelvénypontokat beszámozzák általában a **kilométerek** és méterek feltüntetésével (pl. 5+150 szelvény). A szelvényezett pontokon kívül minden pontot is fel kell mérni (pl. irányváltás kezdete, vége.)

Ezek után kiválasztanak egy alkalmas magassági **alappontot**, és elkezdik a szintezést. Az adatokat pontosan jegyzik a **jegyzőkönyvekbe**, ahol fel kell jegyezni hogy mely pontok **nem voltak** a vonalszintezés részei. Ezért olyan jegyzőkönyvet használnak, ahol a **hátra és előre** leolvasás közben az alappont és a kötőpontok adatai kerülnek míg a közép mezőbe a **szelvénypontok** adatai. A mérést úgy végzik, hogy a lécezt egy ismert magasságú **alappontra** teszik és a leolvasott értéket a "közép" rovatba kerülnek, a kötőpontok magassági értékeit pedig az **előre** rovatba jegyzik be. Ezután a pontok **magasságát** ki tudják számolni. A megadott alappont magasságához hozzáadják az itt leolvasott **lécmagasságot**, ezzel megkapják a látósík magasságát. Ebből a magasságból levonják a közbelső pontok **lécmagasságait**, és így megkapják a pontok magassági értékeit.

### 16. feladat

Feladata vonalas létesítmény keresztshelvényeinek szintezése. A keresztshelvény mérési gyakorlat megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1-26. oldalakon található, keresztshelvény készítési feladathoz kapcsolódó szakmai információ tartalom részleteket! Egészítse ki a keresztshelvény szintezéssel kapcsolatos eljárás leírását! Utána tanulótársával végezze el a tanár által kijelölt vonalon a keresztshelvény szintezést és az eredményeket szintezési jegyzőkönyvbe, rögzítse!

A **keresztshelvénypontok** magasságát szintezőműszerrel, a távolságot mérőszalaggal határozzák meg. Az előkészített alapvonalat például az építmény ( vagy meghatározott vonalas létesítmény) kezdőpontjából olyan sűrűn szelvényezik ahogyan azt a terep megkívánja vagy a tervező előírja (kb. **20-25 - 50m**). Ha jelentős szintkülönbség változás van célszerű a terepen a **szelvényezést** sűríteni. A sűrítést általában **karókkal** jelzik, amelyeken feltüntetik a szelvényszámokat. A szelvényezés során az útburkolaton **felfestéssel**, esetleg szöggel jelölik a szelvénypontok helyét. Az egyes szelvénykaróknál a keresztshelvényeket az alapvonalra **merőlegesen** tűzik ki.

A hossz-szelvényre merőleges kereszt-szelvények helyének kijelöléséhez a **szelvénytávolságokat** megadják. A rövidebb szelvényezésnél (20, 25, 50m) a gyakorlottabbak szemmel is jól felmérhetik a megfelelő távolságot. A merőleges irányok kitűzéséhez nagyobb szelvény esetén **szögprizmát** használhatnak. A kitűzéseket követően olyan helyre állítják a szintezőműszert, hogy minél több **szelvényt** tudnak lemérni egy műszerállásból.

A mérés során a szintezőlécet a **magassági alappontra** állítják, és mm pontossággal leolvassák az értéket. Ez az érték a jegyzőkönyv **hátra** rovatába kerül. Ezután a lécet az első szelvény karójára állítják és a leolvasott értéket a **középső** részbe írják. A lécet lehelyezik a karó mellé és itt is **leolvasást** végeznek, ezt is a középső részbe írják. Ezzel egyidőben két figuráns kifeszít egy mérőszalagot úgy, hogy annak kezdőpontja a **szelvénykarónál** legyen. A kifeszített mérőszalag mellett, ahol a terepnek jellemző törése van felállítanak **egy lécet**, és bediktálják a mérőszalagon kapott értéket. Ezt a **pont jele** rovatba rögzítik, azzal kiegészítve, hogy ez a szelvény jobb vagy bal oldala (a jobb vagy bal oldalt mindig a **szelvényezés haladási** irányába állva értelmezik). Ezt követően ismét leolvassák a **lécet**, és az eredményt a közép mezőben bejegyzik. Folytatják a mérést addig, amíg a **megadott távolságig** el nem jutnak. Ha a szelvényt befejezik, akkor a jegyzőkönyvben **kihagynak** egy sort, és utána folytatják a **következő** szelvény felmérését.

## 17. feladat

Feladata 10x10m-es négyzethálós területszintezés végrehajtása. A négyzethálós mérési gyakorlat megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1–26. oldalakon található, négyzethálós szintezési feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részleteket! Írja le a négyzethálós szintezés menetét! Utána tanuló társával végezze el a tanár által kijelölt 40m széles területen a négyzethálós területszintezést és az eredményeket szintezési jegyzőkönyvbe, rögzítse!

A négyzethálós területszintezés menete

- Kitűznek egy alapvonalat, ezek után pedig annyi segédvonalat, amennyit a terület mérete megkíván.
- Megjelölik a főalapvonalon és a segédalapvonalon a megadott osztásköznek megfelelő távolságokat. A segéd alapvonalon kitűző rudakkal, a fő alapvonalon pedig facövekekkel jelölik meg a pontokat.
- A szélső lécek (1-es és 5-ös) vonalban 10 m-es mérőszalagot fektetnek le.
- A szintezőműszerrel olyan helyre állunk, ahol minél nagyobb területet látnak át.
- A szintezőlécekkel felállnak a főalapvonalon lévő első öt pontra. Az 1. lécet a cövek tetejére helyezik, leolvassák a lécen látható értéket, majd a segéd a cövek mellé rakja a lécet és ott is leolvasást végeznek cm pontossággal. A további leolvasás sorrendje: 1,5,4,3,2.



- Amikor az első lécszál értékét leolvasták a talajon, a segéd a szalag mentén egy osztásközzel előrébb áll, majd a következő leolvasott lécszál tartó előre lép és így tovább. A közbenső három segéd (4,3,2) úgy áll tovább, hogy a segédalapon lévő kitűző rudat figyelve tartják az irányt. Ennek segítségével hosszirányban pontosan együtt mozdulnak, keresztirányban pedig az 1-es és 5-ös ponton álló társukat figyelik. A pontos elhelyezkedésben a két szélső ponton álló lécszál beintéssel segít.
- Ismét leolvasásokat végeznek a z előző lépések szerint.
- A szalagot a figuráns egy osztásközzel (10m) tovább viszi, amit az 1-es és 5-ös segéd beint a segédvonalon leszúrt kitűzőrúd irányába. A mérést így tovább folytatják.

**IRODALOMJEGYZÉK****FELHASZNÁLT IRODALOM**

Bereczki Sándor – Dr. Karsay Ferenc: Földméréstan és kitűzés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993

Dr. László Sándor: Geodézia I–II., Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996

Dr. Karsay Ferenc– Novotny Iván: Geodézia, Nemzeti Tankönyvkiadó, Karcag, 1994

Móczár Ferenc– Varga Imre: Földméréstan munkafüzet II., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1988

**AJÁNLOTT IRODALOM**

Batiz Zoltánné – Dr. Ercsey Zoltánné: Geodéziai gyakorlatok, Tankönyvkiadó, Budapest, 1987

Batiz Zoltánné – Tokodi András: Geodézia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1990

Bölöni György– Ráksi Miklós: Földméréstan I. Agrárszakoktatói Intézet \_ Dinasztia Kiadó, Budapest, 1997

Dr. Novotny Iván: Földméréstan és kitűzés Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1997.

Papp Dóra, Kálmán Tibor, Szabó Krisztián: Földméréstan és kitűzés, Szega Books Kft. Pécs 2006

Ratkay Zoltán– Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan2, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999.

A(z) 0689–06 modul 015–ös szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 582 04 0000 00 00	Mélyépítő technikus
54 582 02 0010 54 01	Hídépítő és -fenntartó technikus
54 582 02 0010 54 02	Útépítő és -fenntartó technikus
54 582 02 0010 54 03	Vasútépítő és -fenntartó technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:  
16 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató