

Tirpák András

Vonalas létesítmények tervezésével és kivitelezésével  
kapcsolatos földmérési munkák- töltések, bevágások,  
sokszögvonala és ívek kitűzése



A követelménymodul megnevezése:

Építőipari mérések értékelése, szervezési feladatok

A követelménymodul száma: 0689-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SzT-017-50



## VONALAS LÉTESÍTMÉNYEK TERVEZÉSÉVEL ÉS KIVITELEZÉSÉVEL KAPCSOLATOS FÖLDMÉRÉSI MUNKÁK- TÖLTÉSEK, BEVÁGÁSOK, SOKSZÖGVONAL ÉS ÍVEK KITŰZÉSE

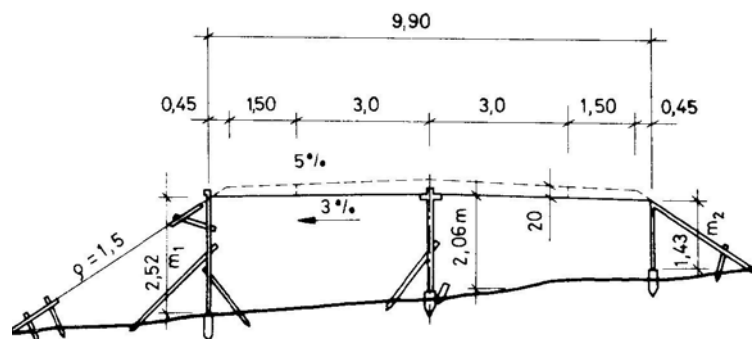
### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Közlekedésépítő technikusként napi feladatai közé tartozik a vonalas létesítmények tervezésével és kivitelezésével kapcsolatos földmérési munkák- töltések, bevágások, sokszögvonala és ívek kitűzése. Feladatát terepen, geodéziai műszerekkel, egyszerű mérő- és kitűző eszközök használatával és figuráns közreműködésével kell megoldania.

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### TÖLTÉSEK KITŰZÉSE

A töltés keresztmetszetét akkor lehet kitűzni, ha a vasút vagy út tengelyének kitűzése vízszintes és magassági értelemben megtörtént. Az úttengely cövekeit ezért végig beszámazzák és beszintezik. A cövekek távolságát egyenes szakaszokon 20-50 m-re, ívben 5-10 m-re veszik fel.



1. ábra. Töltés kitűzése<sup>1</sup>

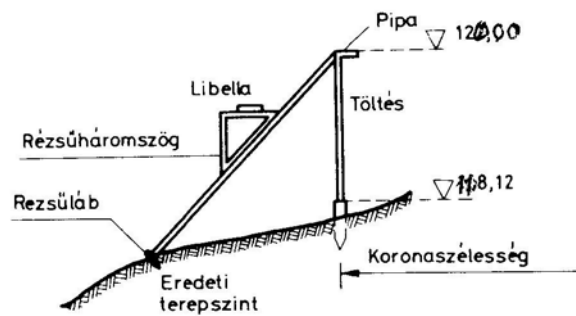
A töltések és a bevágások oldalfelületei a talajviszonyoknak megfelelően rézsűs kialakításúak. A rézsű hajlását ( $\rho$ ) a talaj fajtája határozza meg. A rézsűhajlást a befogójának hányadosával ( $\text{ctg } \alpha$  értékével) adják meg. Leggyakrabban hajlások: 1:1; 1:1,5; esetleg 1:2.

$\rho = \text{ctg } \alpha = b:m = \text{vízszintes hosszúság} : \text{magasság}$

Szintezőműszer segítségével a terepen kitűzik és szintezik az úttengelyre merőleges út koronaszint, felső határoló pontjainak vetületeit. Erre az útkorona rézsűs kialakítása miatt van szükség. A méréshez ismerni kell a korona magasságát mindkét oldalon – a tömörödésből származó magasságcsökkenést is figyelembe kell venni. A töltés kitűzéséhez előre kialakított lécpofil, vagy sablonkeretet készítenek. A sablonkeret a rézsű méretei, hajlása alapján lécekből elkészített váz, ami a rézsű kontúrjával megegyezik.

Első lépésként a beszintezett cövek mellé felállítanak egy lécet úgy, hogy annak a magassága a rézsű koronaszintig érjen. Ha a megfelelő magasságot függőlegesen kitűzték, akkor a rézsű oldalát lécpofilal, rézsűháromszöggel és libellával beállítják. A beállított lécpofil és a talaj metszéspontja megadja a rézsűlábát. Itt a ferde léc helyzetét egy kisebb cövekszerűen levert lécdarabhoz történő szegezéssel biztosítják. Ha a rézsű magas, célszerű a korona szélén lévő függőleges oszlopon egy merev háromszöget (pipát) helyezni a rézsűhajlásnak megfelelően. A rézsűlábánál és a koronaszint szélén elhelyezett háromszögek ferde oldalainak meghosszabbítása kijelöli a rézsű oldalát.

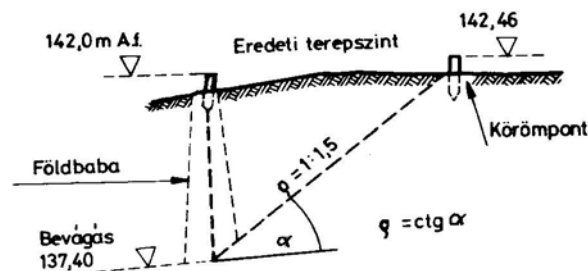
<sup>1</sup> Bereczki Sándor– Dr. Karsay Ferenc: Földméréstan és kitűzés Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993, 349.o.



2. ábra. Töltésprofil kitűzése<sup>2</sup>

## BEVÁGÁS KITŰZÉSE

A beszintezett cövekhez képest adják meg a koronaszintet és a bevágás mélységét. Ezt a cövek mellé vert zsindeyre írva adják meg a földmunkát végzők számára. A cövek a földmunka elvégzéséig ott marad. Körülötte a földet földbabaként meghagyják, addig, amíg ahhoz viszonyítva a bevágás mélységét nem ellenőrizték.



3. ábra. Bevágás kitűzése<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Berezki Sándor– Dr. Karsay Ferenc: Földméréstan és kitűzés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993, 337. o.

<sup>3</sup> Berezki Sándor– Dr. Karsay Ferenc: Földméréstan és kitűzés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993, 338. o.



A rézsűnek a tereppel való metszéspontját, az úgynevezett körömpontot a keresztszelvényen levő terv alapján tűzik ki. Először a bevágás mélységéből és rézsű hajlásából kiszámítják a körömpont várható helyét. Ezt alig levert cövekkel ideiglenesen megjelölik, és annak tövében meghatározzák a terep magasságát (szintezéssel vagy léccel és vízmértékkel. Mivel a terep közben is változik, ez a pont nincs azonos szinten a korona szélén levert cövekkel, A különbséghez tartozó rézsűhosszal ezért korrigálni kell a rézsűnek az eredetileg számított hosszát. A körömpont cöveket ennek megfelelően odébb helyezik, és véglegesen leverik. A bevágás ásást innen lehet elkezdeni Földmunka közben célszerű azt rézsűháromszöggel gyakran ellenőrizni.

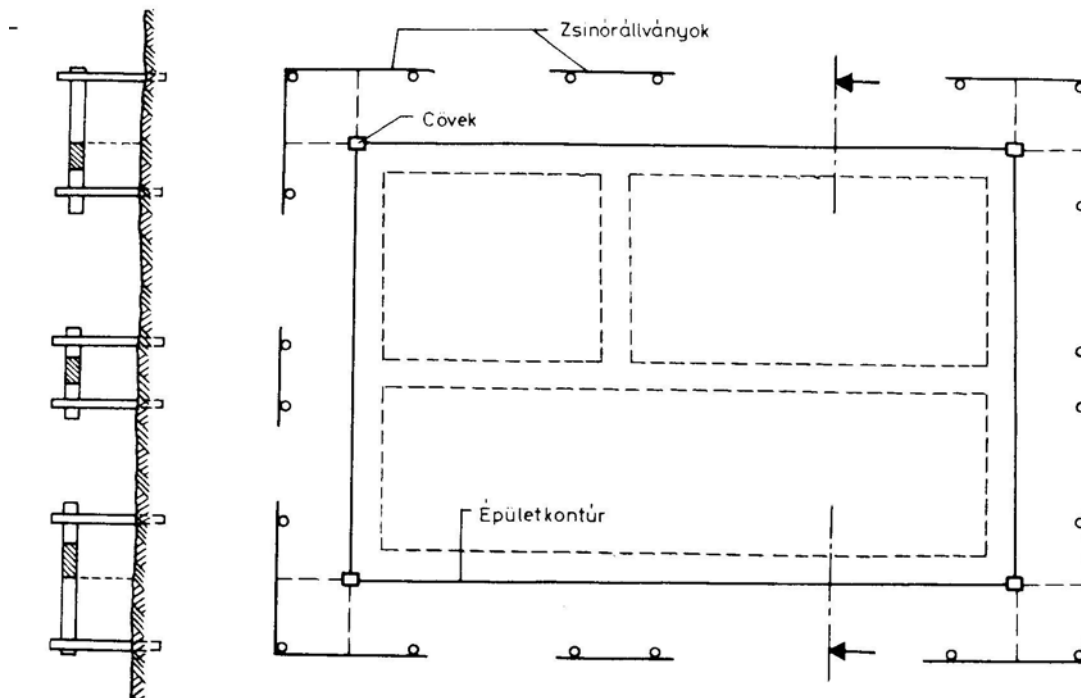
### **Alapozás kitűzése zsinórállvány segítségével**

Közlekedési-, mély-, és vízépítési műtárgyak kitűzéséhez zsinórállványt készítenek. A munkagödör kiemelése előtt első lépés a zsinórállvány kitűzése és felállítása. A zsinórállvány feladata, hogy geometriai alapot adjon az egyenes szerkezetek éléinek, tengelyeinek, metszéspontjainak kitűzéséhez.

A zsinórállvány készítésének menete:

- zsinórállványok helyének kitűzése;
- oszlopok felállítása;
- pallók felszegezése;
- síkok , egyenesek felvetítése;
- kitűzés.

A zsinórállványokat a sarkokhoz L alakban, a falcsatlakozásokhoz pedig 2-2 oszlopra rögzített pallókat helyeznek el. A zsinórállvány felállításakor figyelemmel kell lenni a munkagépek és az anyagmozgatás helyigényére, ezért a falak külső síkjától legalább 2,00 m távolságban kell elhelyezni.



4. ábra. Zsinórállványok elhelyezése az épület körül<sup>4</sup>

A felállítást az oszlopok leásásával indul. Az oszlopok merev helyzetét körüldöngöléssel biztosítják. Az egyik oszlopra egy ismert magasságú alappontból vonalszintezéssel átviszik azt a magasságot, ami a  $\pm 0,00$  szintet jelöli. A vonalszintezés során kedvező ha az utolsó lécállás az egyik oszlophoz kerül, mert a kapott szintezési eredmény egyben a léc talppontmagassága lesz. A magasságot bevett szöggel kell határozottan megjelölni.

A zsinórállvány oszlopok külső oldalára 1,00–1,50 m magasságban libellával beállított pallókat szegeznek. Az összes pallónak egy magasságban kell lenni, kivéve ha erősen lejtős terepen kerül az épület kitűzésre.

Ha a zsinórállvány elkészült, akkor az épület falsarkainak felvetítése következik. Az épület sarokpontját jelző cövek fölé egy-egy függőt tart két figuráns, amihez igazítják a zsinórállvány deszkáira kifeszített zsinórokat. A kellően feszes, megfelelően felmért helyen lévő zsinórokat szeggel vagy befűrészeléssel jelölik.

A következőkben a falvastagságokat rámerik a pallókra és azokat ácsceruzával jelölik (bevonalkázzák), majd a kiviteli tervek alapján kitűzik az épület földszint alatti falait. Ez lehet lábazati fal, az alapfalak külső, belső síkja és a szigetelést védő fal belső síkja is. A közbenső főfalak síkjait pallók mentén mérőszalaggal mérik ki az egyik határolófalhoz képest.

<sup>4</sup> Dr. Novotny Iván: Földméréstan és kitűzés Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1997, 171. o.,

## A SOKSZÖGELÉS GYAKORLATI VÉGREHAJTÁSA

A sokszögelés lépései:

- A sokszögvonala tervezése.
- A sokszögpontok kitűzése és állandósítása.
- A sokszögvonala és törésszögek mérése.
- A sokszögpontok koordinátáinak számítása.

A sokszögvonala tervezése

A megadott terephez tartozó térképen megtervezik a sokszögvonala vezetését, melynek helyzetét a kitűzés során a terepen is megtekintik és a célszerűségét elbírálják.

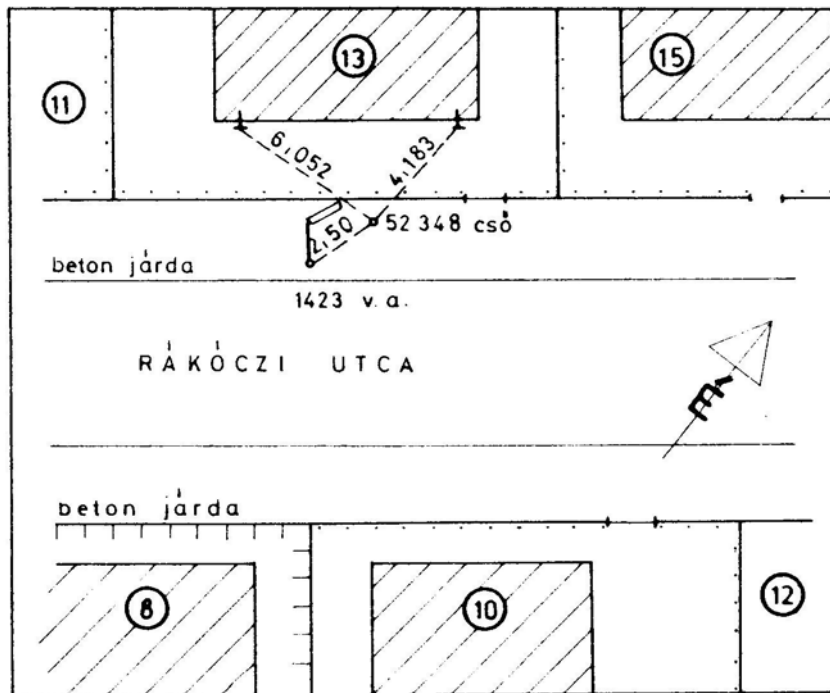
A sokszögpontok kitűzése és állandósítása

A kitűzéssel egyidőben kitűzési vázlatot és a pontokról helyszínrajzot készítenek, amelyet állandósítás után kiegészítenek. A kitűzési vázlaton (M=1:10 000) léptékben felrakják a háromszögelési pontokat, jellemző tereptárgyakat, út-vasúthálózatot, folyókat stb. A helyszínrajznak olyannak kell lennie, hogy abból a pont egyértelműen megtalálható legyen, s a szükséges két ellenőrző méretet tartalmazzák a közvetlen környezet rajza mellett. A vázlat méretarány nélküli, alakhelyes legyen, a mért értékek feltüntetésével.

A sokszögpontok kitűzésének szempontjai:

- a sokszögvonala lehetőleg kettősen tájékozott legyen,
- a sokszögoldalokról a részletpontokat lehetőleg egyszerűen lehessen kitűzni, illetve bemérni,
- az oldalak hossza beépített területen 80–150m, külterületen maximum 300m,
- az oldalak közel azonos hosszúságúak legyenek,
- az egyik pontból a szomszédos két pont látható legyen, lehetőleg a pontjelzőt a terepszint közelében lehessen látni,
- sokszögvonallal alappont mellett csatlakozás nélkül elmenni nem szabad,
- az oldalhosszak mérésére lehetőleg a mérőpálya alkalmas legyen,
- a pontokon a műszert kényelmesen fel lehessen állítani,
- a pontok fennmaradása biztosított legyen,
- a sokszögvonala nyújtott legyen (a törésszögek kb. 180°-ak legyenek).

A sokszögpontokat a kitűzéskor cövekkel jelölik meg és a kitűzés sorrendjében folytatólagosan, számozzák. A mérés megkezdése előtt állandósítják.



5. ábra. Sokszögpontok kitűzési vázlata<sup>5</sup>

A sokszögoldalak és törésszögek mérése

A sokszögoldalak mérése invárszalaggal, nagy pontosságú optikai távmérővel, vagy kis elektrooptikai távmérővel történik. Az oldalhosszakat általában cm élességgel és kétszeri méréssel határozzák meg. Hosszméréshez mérőszalagot, optikai távmérőt, vagy teodolitot bázisléccel használnak. A két mérés ellenkező irányú, ha közel sík a terep. Lejtős terepen mindkét mérést a lejtő irányában végzik. Az oldalak vízszintes távolságára van szükség, ezért a szalagmérésnél viszonylag sík terepen a szalag végét felemelik, hogy a szalag vízszintes legyen és függővel vetítik le a végvonalat. Ha erősen lejt a terep, a terepre fektetett szalaggal is mérhetnek, és a töréspontok magasságkülönbségét szintezéssel meghatározva a vízszintes távolságokat kiszámítják.

A szögmérést másodperc leolvasóképességű teodolittal végzik, célszerű kényszerközpontosító berendezést használni. A törésszögek méréseit általában 6"-es leolvasóképességű szögmérő műszerrel, két távcsőállásban végzik. Irányzott jel: függő, kényszerközpontosító berendezés, ceruza, gyufaszál, jelőszeg lehet.

Szögmérés lépései kényszerközpontosító nélkül:

<sup>5</sup> Batiz Zoltánné – Dr. Ercsey Zoltánné: Geodéziai gyakorlatok, Tankönyvkiadó, Budapest, 1987, 74. o.



- Az állvány úgy állítják fel, hogy mérés közben a lábak ne akadályozzák az észlelőt.
- Pontraállítás teodolittal a 0 ponton (függő a pontra mutat mm élesen, vagy az optikai vetítő kis körén középen látszik a pont. )
- Az állótengely függőlegessé tétele.
- A teodolit távcső előkészítése a méréshez (a szálkereszt beállítása, a parallaxis eltüntetése.)
- A jegyzőkönyvvezető elkészül.
- Pontjel felállítása a tájékozó pontokra, és az első szögpontra.
- Irányzás és leolvasás a tájékozó pontokra és az első szögpontra, jegyzőkönyvi rögzítés.
- Felállnak a műszerrel az első szögponton, mint az előbb a 0 ponton.
- Pontjelek elhelyezése a 0 és 2 sokszögpontokon.
- Irányzás és leolvasás 0-ra, jegyzőkönyvben rögzítés.
- Irányzás és leolvasás a 2. sokszögpontra, jegyzőkönyvbe való beírás.
- .....
- Felállás az n ponton.
- Irányzás és leolvasás az (n-1) pontra, jegyzőkönyvvezetés.
- Tájékozó irányok mérése stb.

A kitűzési vázlatban a mérés során mindent bejelölnek, ebből állapítják meg a számítási sorrendet. Az egyes sokszögvonalaknál a haladási irányt a kiindulási pontnál piros ponttal, a zárópontnál piros nyíllal jelzik. A szögmérési jegyzőkönyvben az irányértékeket közepelik, illetve ha több tájékozó irány van, a kérdéses ponton középtájékozási szöget számítanak. Itt számolják még a törésszögeket, azaz mindig a haladási iránynak megfelelően a sokszögvonal bal oldalán levő szöget. (Az előre irányzás értékéből vonják le a hátrairányzás értékét.)

A sokszögeléshez szükséges felszerelés

Állandósításhoz:

- állandósító lécs,
- 2 állandósító karó,
- Függő,
- kalapács, ásó, csákány, lapát,
- mérőszalag
- papír, ceruza a helyszínrajz készítéséhez,
- kitűzési vázlat,
- kő,
- talpas libella,
- pontozó.

Kitűzéshez:

- cövek, jelzőrudak
- rúdbeállító libella,

- kalapács,
- távcső,
- festék, ecset,
- ceruza, papír, kitűzési vázlat,
- mérőszalag,
- végleges pontjel.

Szögméréshez:

- teodolit, műszerállvány, függő,
- kényszerközpontosító berendezés két pontjellel,
- két pontjelző,
- jegyzőkönyv, kézi számológép,
- tájékozó és végpontok koordinátái, helyszínrajz leírásai.

Hosszméréshez:

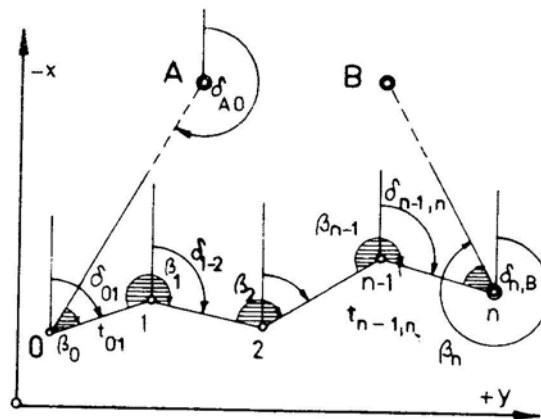
- mérőszalag, mérőszegek,
- jelzőrudak, előverő, maradékmérő,
- hőmérő, indexsaru, dinamóméter,
- jegyzőkönyv.

A kettősen tájékozott sokszög vonal

A gyakorlatba törekedni kell arra, hogy lehetőleg a sokszög vonal mindkét végpontja ismert pont legyen és mindegyikről legalább két tájékozó irány ismert legyen.

Adottak a kezdő és végpontok 0 és n, valamint a tájékozódásra felhasznált pontok (A és B) koordinátái.

Mérési eredmény: n számú oldalhossz, és (n+1) számú törésszög.



6. ábra. A kettősen tájékozott sokszögvonal<sup>6</sup>

Számítandók: a sokszögpontok koordinátái.

A számítás lépései:

I. Az A0 és az nB irány irányszögének számítása

$$\delta_{A0} = \arctg (y_0 - y_A) / (x_0 - x_A)$$

$$\delta_{nB} = \arctg (y_B - y_n) / (x_B - x_n)$$

II. A szögzáróhiba  $d\beta$  számítása:

$$d\beta = \delta_{nB} - \delta_{A0} + g \cdot 180^\circ - [\beta] \quad \text{ahol a } g \text{ pozitív egész szám.}$$

Ha a  $d\beta$  kisebb a megengedett hibahatárnál, akkor a  $d\beta$  ellentmondást kiegyenlítéssel küszöbölik ki.

III. Kiszámítják az egy szögre eső javítást, s ezzel képezik a szögek kiegyenlített értékét  $[(\beta)]$

$$[(\beta)] = (\delta_{nB} - \delta_{A0}) + g \cdot 180^\circ$$

IV. A sokszögdalok irányszögének számítása:

$$\delta_{01} = \delta_{A0} \pm 180^\circ - (\beta_0)$$

$$\delta_{12} = \delta_{01} \pm 180^\circ - (\beta_1)$$

<sup>6</sup> Batiz Zoltánné – Dr. Ercsey Zoltánné: Geodéziai gyakorlatok, Tankönyvkiadó, Budapest, 1987, 80. o.

$$\delta_{n-1,n} = \delta_{n-2} \pm 180^\circ - (\beta_{n-1})$$

A számítás ellenőrzése:

$$\delta_{n-1,n} = \pm 180^\circ + (\beta)_n - \delta_{nB}$$

V. Oldalvetületek számítása

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

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

$$t_{12} \cdot \sin \delta_{12}$$

$$t_{12} \cdot \cos \delta_{12}$$

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

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

$$[t \cdot \sin \delta]$$

$$[t \cdot \cos \delta]$$

VI. Koordináta záróhiba számítása:

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

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

Ha ezek a záróhibák a megengedett hibahatároknál kisebbek, kiegyenlítik a mért értékeket.

VII. A kiegyenlített oldalvetületek számítása:

A kiegyenlítést úgy végzik, hogy a javításokat az oldalhosszakkal egyenes arányban osztják rá az egyenes oldalvetületekre.

Számítási ellenőrzés:

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

VIII. Koordináták számítása:

$$y_0 \text{ (ismert)}$$

$$x_0 \text{ (ismert)}$$

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

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

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

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

$$y_{n-1} = y_{n-2} + (t_{n-2,n-1} \cdot \sin \delta_{n-2,n-1})$$

$$x_{n-1} = x_{n-2} + (t_{n-2,n-1} \cdot \cos \delta_{n-2,n-1})$$

A számítás ellenőrzése

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

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

## KÖRÍVEK KITŰZÉSE

### A körívek

A vonalas létesítmények (vasút, út stb.) vízszintes vonalvezetésekor egyenesek és körívek, valamint a közük iktatott átmeneti ívek sorozatának kitűzése a feladat.

A körívkitűzés megkezdésekor adott az érintők iránya és a körív sugara (R), az érintőegyenesek metszéspontja a sarokpont (S).

A körív középpontját (O) általában nem használják fel a kitűzéshez, mivel ez mindig a pálya vonalától távol, arra merőlegesen több száz vagy több ezer méter távolságra helyezkedik el. Olyan kitűzési eljárások alkalmazására kell törekedni, amelyekkel közvetlenül a pálya mentén a tengelyben, vagy a földmunkán tudnak kitűzni.

### A körívek kitűzésének sorrendje:

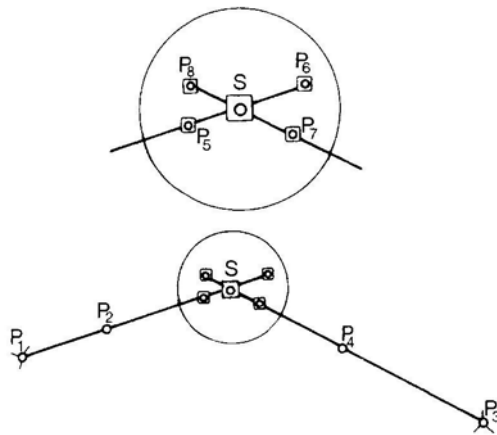
- a középponti szög meghatározása;
- a körív főpontjainak kitűzése;
- körívrészletpontok kitűzése.

A középponti szög meghatározása

### A középponti $\alpha$ szög meghatározása közvetlen módon

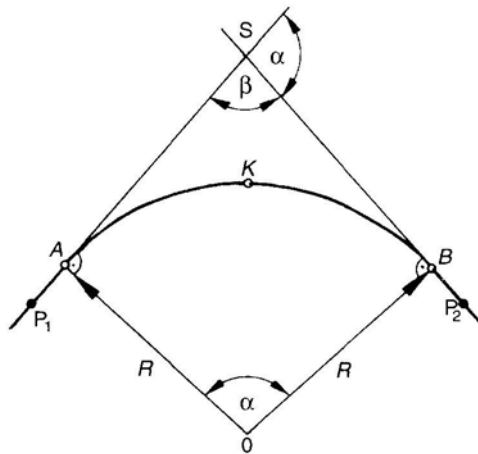
Amennyiben még nincs megjelölve az S sarokpont előbb azt kell kitűzni, amelyet úgy végeznek el hogy az S pont helyét beintéssel vagy beállással közelítőleg meghatározzák, majd teodolittal felállnak a P<sub>1</sub> ponton, megirányozzák a P<sub>2</sub> pontot, és a sarokpont (S) előtt és után 1-1 méterre P<sub>5</sub> és P<sub>6</sub> segédpontokat beintik. Ezt követően a P<sub>3</sub> pontra állnak fel és teodolittal megirányozzák a P<sub>4</sub> pontot, és beintik a P<sub>7</sub> és P<sub>8</sub> segédpontokat. A kitűzött P<sub>5</sub> és P<sub>6</sub> valamint a P<sub>7</sub> és P<sub>8</sub> pontok között kifeszített zsinórok metszéspontja kijelöli az S sarokpont helyét.





7. ábra. A sarokpontok kitűzése<sup>7</sup>

A sarokpont kitűzése után határozzák meg a középponti szöget. A teodolitot felállítják az érintőegyenesek S metszéspontjára, és egyszerű szögméréssel meghatározzák a  $\beta$  sarokponti szöget.



8. ábra. Középponti szög meghatározása közvetlen módon<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Ratkay Zoltán– Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999, 8. o.

<sup>8</sup> Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 8. o

A sarokponti szög ismeretében az  $\alpha$  középponti szög kiszámítható, mert az ASBO négyszög belső szögeinek összege  $360^\circ$ .

$$\alpha + 90^\circ + \beta + 90^\circ = 360^\circ$$

$$\alpha + \beta = 180^\circ$$

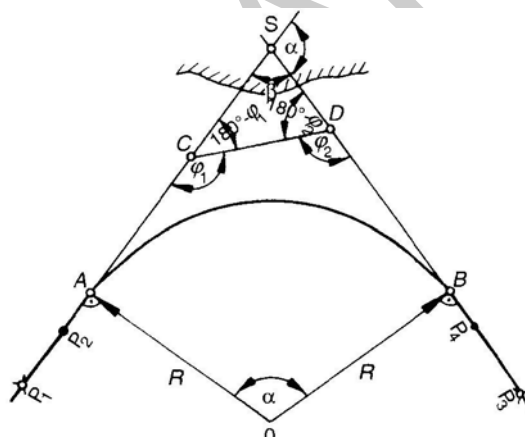
$$\alpha = 180^\circ - \beta$$

### A középponti szög meghatározása közvetett módon – segédegyenessel

A sarokpont nem tűzhető ki, mert hozzáférhetelen, ilyenkor segédpontokat iktatnak be.

A  $P_1P_2$  és a  $P_3P_4$  egyeneseken teodolittal C és D segédpontokat létesítenek úgy, hogy összeláthatók legyenek és a köztük lévő távolság mérhető legyen.

Teodolittal egyszerű szögmérést végeznek a C és D pontokon meghatározzák a  $\varphi_1$  és  $\varphi_2$  szöget és mérik a C és D pontok közötti távolságot.



9. ábra. Középponti szög meghatározása segédegyenessel<sup>9</sup>

Az ACDBO ötszögből:

$$\alpha + 90^\circ + \varphi_1 + \varphi_2 + 90^\circ = 540^\circ$$

$$\alpha = 540^\circ - 180^\circ - (\varphi_1 + \varphi_2)$$

$$\alpha = 360^\circ - (\varphi_1 + \varphi_2) \quad \text{és} \quad \beta = 180^\circ - \alpha$$

<sup>9</sup> Ratkay Zoltán– Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 8. o.

Az SCD háromszög külső szögeként:

$$\alpha = (180^\circ - \varphi_1) + (180^\circ - \varphi_2) \text{ ebből}$$

$$\alpha = 360^\circ - (\varphi_1 + \varphi_2) \quad \text{és} \quad \beta = 180^\circ - \alpha$$

### A középponti szög meghatározása közvetett módon – sokszögvonallal

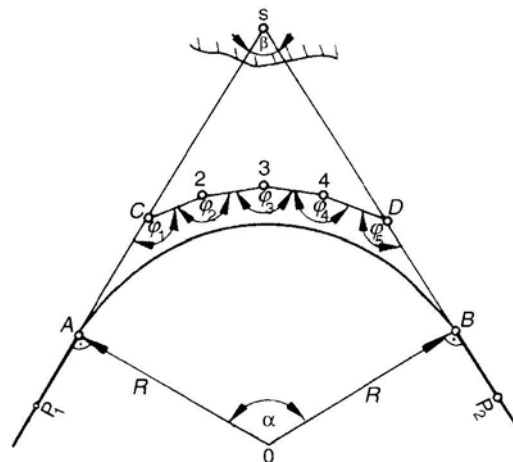
Kedvezőtlen terepviszonyok esetén előfordulhat, hogy nem találunk olyan pontokat, amelyek egymásból közvetlenül láthatók. Ekkor a két érintő között sokszögvonalat telepítenek, és mérik a középpont felé eső törésszögeket, valamint a sokszögpontok közötti távolságokat.

Az  $n$  oldalú sokszög belső szögeinek összege  $(n-2) \cdot 180^\circ$ , ahol az  $n$  a belső szögek száma. Ennek megfelelően az  $\alpha$  középponti szög:

$$\alpha + 90^\circ + \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_k + 90^\circ = (n-2) \cdot 180^\circ$$

$$\alpha = (n-2) \cdot 180^\circ - 180^\circ + (\varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_k)$$

$$\alpha = (n-3) \cdot 180^\circ + (\varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_k)$$



10. ábra. Középponti szög meghatározása sokszögvonallal<sup>10</sup>

Az AC234DBO sokszögben  $n-3 = k$  belső szöget mértek, tehát az  $\alpha$  középponti szög

$$\alpha = k \cdot 180^\circ - (\varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_k)$$

### Körív főpontjainak kitűzése

<sup>10</sup> Ratkay Zoltán– Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 9. o.

A körívek geometriai helyzetét egyértelműen a főpontok határozzák meg.

Az átmeneti ív nélküli körív főpontjai:

- ív eleje pont (IE vagy A)
- ív vége pont (IV vagy B)
- ív közepe pont vagy tetőpont (K)

A főpontok kitűzéséhez szükséges adatokat a középponti szög ( $\alpha$ ) és a körív sugarának ( $R$ ) ismeretében határozható meg.

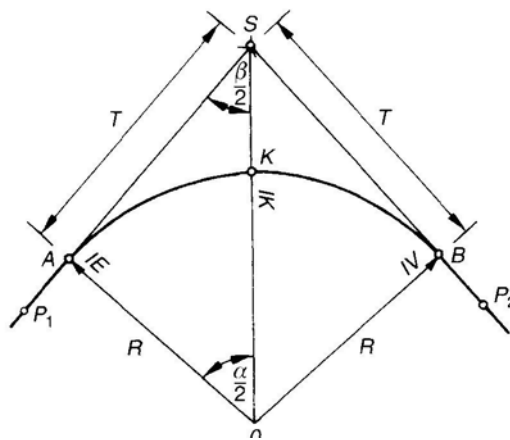
Az ív eleje (IE vagy A) és az ív vége (IV vagy B) pontok kitűzése a tangenshossz ( $T$ ) felmérésével történik.

Az OAS derékszögű háromszögből

$$T : R = \operatorname{tg} \alpha/2 \quad T = AS = BS$$

Az összefüggést  $T$ -re rendezve:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \alpha/2$$



11. ábra. Körív főpontjának kitűzése<sup>11</sup>

A sarokponton felállnak a teodolittal, megirányozzák az érintőn a  $P_1$  pontot. Az  $S$  ponttól  $T$  távolságra beintenek egy pontjelet és az ív eleje IE vagy A pontot, amelyet megjelölnek. Ezt követően az  $S$  ponttól a  $P_2$  pontot irányozzák meg, és hasonló módon  $T$  távolságra kitűzik az ív vége IV vagy B pontot.

<sup>11</sup> Ratkay Zoltán- Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan2., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 9. o.

Az ív közepe (K) pont kitűzésének módszere a helyi adottságok függvényében megválasztható.

K pont kitűzése a sarokpontból SK felmérésével a szögfelezőn

Az SK távolságot az ASO derékszögű háromszögből határozzák meg.

$$SK = SO - R$$

$$R : SO = \cos \alpha/2 \quad \text{ebből az } SO = R : \cos \alpha/2$$

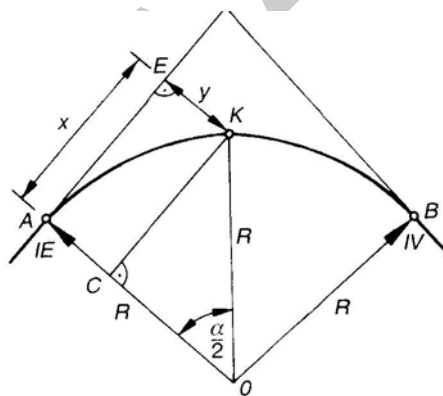
Behelyettesítve

$$SK = (R : \cos \alpha/2) - R = R \cdot [(1 : \cos \alpha/2) - 1] = R \cdot [\sec \alpha/2 - 1]$$

Az S ponton álló műszerrel megirányozzák a már kitűzött A vagy B pontot, majd az alhidádét elforgatják  $\beta/2$  szögértékkel, kitűzik a szögfelezőt és ezen az irányon felméri az S ponttól az SK távolságot, a pontot megjelölik és a már ismert módon. Ez az ív közepe (K) pont.

**K pont kitűzése érintőről derékszögű koordinátákkal**

A kitűzés az  $X=AE$  abszcissza és erre merőleges  $y = EK$  ordináta felmérésével végezhető el.



12. ábra. Az ív közepe pont kitűzése érintőről derékszögű koordinátákkal<sup>12</sup>

Az AE egyenlő az OCK derékszögű háromszög  $\alpha/2$  szögével szemben levő CK befogóval.

$$CK: R = \sin \alpha/2 \quad CK = R \cdot \sin \alpha/2$$

$$\text{Tehát } X = AE = R \cdot \sin \alpha/2$$

<sup>12</sup> Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 10. o.



Az OCK derékszögű háromszögből számítható az  $y = EK$  ordináta

$$y = EK = AC$$

$$AC = AO - OC$$

Az  $AO = R$  és az  $OC$  számítható az OCK derékszögű háromszögből

$$OC: R = \cos \alpha/2 \quad OC = R \cdot \cos \alpha/2$$

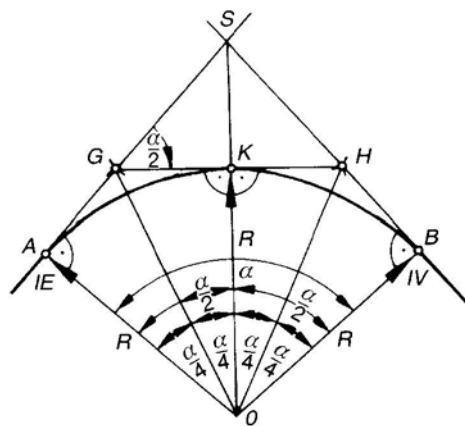
$$\text{Tehát } y = EK = R - R \cdot \cos \alpha/2 = R \cdot (1 - \cos \alpha/2)$$

Nagy  $AE$  és  $EK$  távolság esetén a pontosság növelése érdekében a kitűzést teodolittal és mérőszalaggal végzik.

Kitűzéskor műszerrel felállnak az ív eleje (A) ponton, az érintőirányon a sarokpont felé  $AE$  távolságra beintjük az E pontot. Majd az E pontra állnak fel a műszerrel, és az érintő irányához képest az alhidádét elforgatják  $90^\circ$ -al és ezen az irányon  $EK$  távolságra, kitűzik az ív közepe (K) pontot.

### K pont kitűzése tetőponti érintő segítségével

Nagy sugarú, hosszú íveknél alkalmazzák ezt a kitűzési módszert. A tetőponti érintő az A és B pontbeli érintőket a G és H pontban metszi. Az OAG, OKG, OKH, OBH derékszögű háromszögek egybevágók, mert két oldaluk (átfogó és R) valamint a nagyobbikkal szemben lévő szögük (derékszög) egyenlők.



13. ábra. Az ív közepe pont kitűzése tetőponti érintő segítségével<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999, 10. o.

Ezért a derékszögű háromszög középpontnál levő szögei ( $\alpha/4$ ) és az O ponttal szemben lévő befogók is egyenlők.

$$AG=GK=KH=HB$$

$$AG: R = \operatorname{tg} \alpha/4$$

Tehát:

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

Kitűzéskor műszerrel felállnak az ív eleje ponton (A), az érintőirányon a sarokpont irányában AG távolságra kitűzik a G pontot. Műszerrel átállnak a G pontra, majd a sarokpont (S) irányához képest a középpont felé (O) elforgatják az alhidádét  $\alpha/2$  értékkel, és GK távolságra kitűzik az ív közepe (K) pontját.

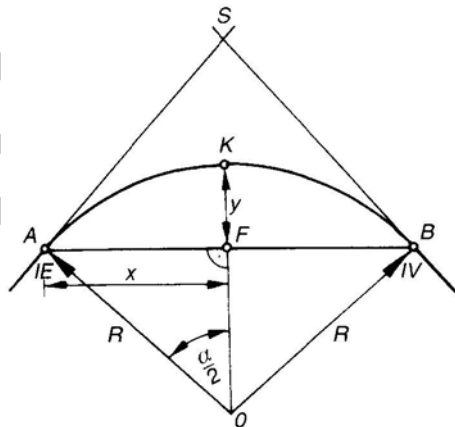
#### K pont kitűzése az AB húrról derékszögű koordinátákkal

Rövid kis sugarú íveknél a K pont kitűzhető az A és B pontokat összekötő AB húrról.

Az  $x = AF = BF$  abcissza az OAF derékszögű háromszögből határozható meg.

$$AF:R = \sin \alpha/2$$

$$x = AF = BF = R \cdot \sin \alpha/2$$



14. ábra. Ív közepe pont kitűzése húrról derékszögű koordinátákkal<sup>14</sup>

Az  $y = FK$  ordináta az OK és OF távolság különbsége

<sup>14</sup> Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999, 11. o.

$$y = FK = OK - OF \quad OK = R$$

Az OF távolság az OAF derékszögű háromszögből határozható meg

$$OF : R = \cos \alpha/2$$

$$OF = R \cdot \cos \alpha/2$$

Tehát:

$$y = FK = R - R \cdot \cos \alpha/2 = R \cdot (1 - \cos \alpha/2)$$

A kitűzött A és B pontok által meghatározott húron AF távolságra merőlegest tűznek ki, és ezen az irányon FK távolságra kitűzik a K pontot.

A szelvényezéshez szükséges az AB ívhossz

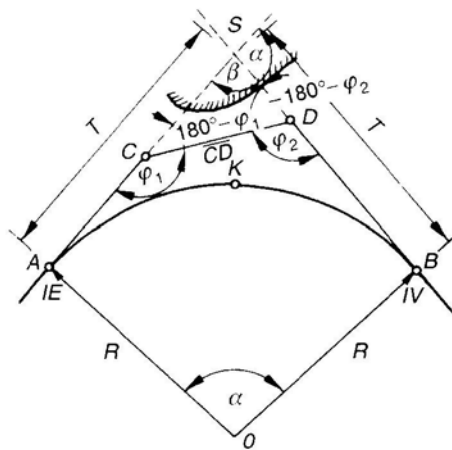
$$\widehat{AB} = R \cdot \text{arc}\alpha = (\pi \cdot R \cdot \alpha) : 180^\circ$$

#### **Körív főpontjainak kitűzése hozzáférhetetlen sarokpont esetén**

A sarokponton valamilyen akadály miatt nem lehet műszerrel felállni, a sarokpont nem tűzhető ki. Ilyen esetekben a főpontok közül az IE (A) és IV (b) pontok kitűzése segédegyenes felvételével végezhető el.

Kitűzés egy segédegyenessel

Az érintőegyenesen kijelölnek egy-egy tetszőleges de egymásból irányozható pontot. (C és D). Megméri a C és D pontok közötti távolságot, valamint a  $\varphi_1$  és a  $\varphi_2$  szögeket.



15. ábra. Kőrív főpontjainak kitűzése hozzáférhetetlen sarokpont esetén<sup>15</sup>

A középponti szög ( $\alpha$ ) meghatározható:

$$\alpha = 360^\circ - (\varphi_1 + \varphi_2)$$

A tangenshossz (T)

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \alpha/2$$

$$AC = T - SC$$

$$BD = T - SD$$

Az SC és CD távolságok az SCD háromszögből szinusztétellel meghatározhatók.

$$SC : CD = \sin (180^\circ - \varphi_2) : \sin \beta$$

$$SC = CD \cdot \sin (180^\circ - \varphi_2) : \sin \beta = (CD \cdot \sin \varphi_2) : \sin \beta$$

Az SD oldal

$$SD : CD = \sin (180^\circ - \varphi_1) : \sin \beta$$

$$SD = CD \cdot \sin (180^\circ - \varphi_1) : \sin \beta = (CD \cdot \sin \varphi_1) : \sin \beta$$

Ennek ismertében AC és BD távolságok

$$AC = R \cdot \operatorname{tg} \alpha/2 - (CD \cdot \sin \varphi_2) : \sin \beta$$

<sup>15</sup> Ratkay Zoltán- Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999, 12. o.

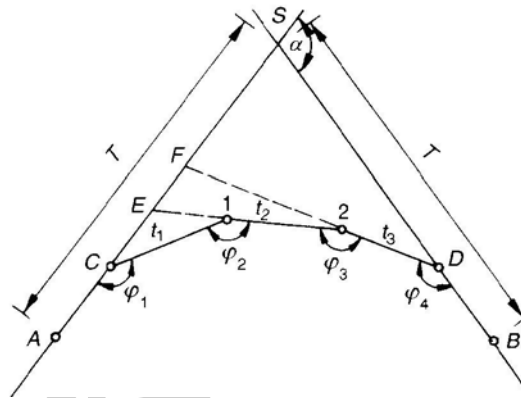
$$BD = R \cdot \operatorname{tg} \alpha/2 - (CD \cdot \sin \varphi_1) : \sin \beta$$

Kitűzéskor műszerrel felállnak a C ponton, megirányozzák az érintőegyenes megadott pontját, és ezen az irányon kitűzik az AC távolságra lévő ív eleje (A) pontot. Az ív vége (B) pontot hasonló módon tűzik ki a D pontból.

### Kitűzés sokszögvonallal

Hosszú ívek, nagy földmunka vagy akadály esetén előfordulhat, hogy két messzebb lévő érintő pont között sokszögvonalat tűznek ki amelynek a töréspontjai a tervezett tengelyvonal közelében helyezkednek el.

A sokszögvonal telepítése után megméri a  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$  szögeket, valamint a  $t_1, t_2, t_3, t_4$  távolságokat.



16. ábra. Körív főpontjainak kitűzése átmeneti sokszögvonallal<sup>16</sup>

A mérési eredményekből az C1E, E2F, FDS, általános háromszögek megfelelő oldalit számolják, hogy meghatározható legyen az SC és SD távolság. Ezek ismeretében a kitűzéshez szükséges AC és BD távolságok.

$$AC = T - SC \quad BD = T - CD$$

Kitűzéskor műszerrel felállnak a C ponton, megirányozzák az érintőegyenes megadott pontját, és ezen az irányon kitűzik az AC távolságra lévő ív eleje (A) pontot. Az ív vége (B) pontot hasonló módon tűzik ki a D pontból.

### Körív részletpontok kitűzése

<sup>16</sup> Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 12. o.



A körívfőpontok kitűzésével csak a körív helyzetét rögzíthetik. A főpontok egymástól több száz méterre lehetnek, ezért nem alkalmasak az ív terv szerinti megépítésére. A körívet egyértelműen a főpontok és részletpontok határozzák meg. A körívnek annyi részletpontját kell kitűzni, amennyi a körív alakját megfelelő pontossággal meghatározza. A részletpontok távolsága a körív nagyságától függ. A részletpontokat olyan sűrűséggel kell kitűzni, hogy a részletpontok között az ívhossz ( $l$ ) legfeljebb a sugár 10-ed része.

$$l \leq 0,10 R$$

$R > 200$  m akkor az ívhossz  $l = 20$  m

$100\text{m} < R < 200\text{m}$ , akkor az ívhossz  $l = 10\text{m}$

$R < 100$  m, akkor ívhossz  $l = 5\text{m}$  sűrűséggel tűzik ki az ív részletpontjait.

### Részletpont kitűzése érintőről derékszögű koordinátákkal, kerek ívhosszakkal

A szelvényezés szempontjából előnyös, ha a tengelyben lévő részletpontok ívben mért távolsága kerek értékű. Ha a  $z$  ( $l$ ) ívhosszakat egyforma kerek értékűnek (5m; 10m vagy 20 m) választják, a részletpontok abcisszái ( $x$ ) nem lesznek kerek értékűek. A részletpontok kitűzéséhez szükséges abszcisszákat  $8 \times 9$  és a hozzá tartozó ordinátákat ( $y$ ) a következők szerint számítják.

Azonos  $R$  sugár esetén az egyenlő ívhosszakhoz ( $l$ ) azonos nagyságú középponti szögek ( $\epsilon$ ) tartoznak:

$$l = (\pi \cdot R \cdot \epsilon^\circ) : 180^\circ$$

$$\epsilon^\circ = (l \cdot 180^\circ) : (\pi \cdot R)$$

Az 1. részletpont kitűzési adatai az OC1 derékszögű háromszögből számíthatók.

$$\widehat{C}1 = x_1$$

$$x_1 : R = \sin \epsilon$$

$$\text{ebből } x_1 = R \cdot \sin \epsilon$$

Az  $y_1$  ordináta az  $OA = R$  és az  $OC$  távolság különbségéből számítható

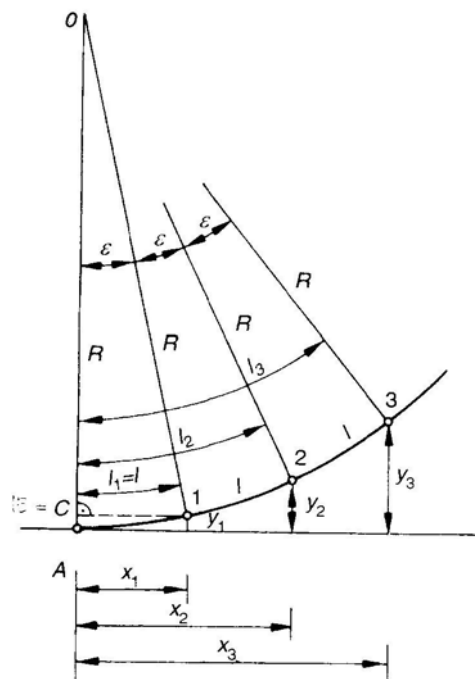
$$y_1 = OA - OC = R - OC$$

$$OC : R = \cos \epsilon$$

$$OC = R \cdot \cos \epsilon$$

behelyettesítve

$$y_1 = R - R \cdot \cos \epsilon = R \cdot (1 - \cos \epsilon)$$



17. ábra. Körív részletpontjainak kitűzése érintőtől derékszögű koordinátákkal, kerek ívhosszakkal<sup>17</sup>

A részletpontok kitűzési adatai tehát:

$$x_1 = R \cdot \sin \epsilon \qquad y_1 = R \cdot (1 - \cos \epsilon)$$

$$x_2 = R \cdot \sin 2\epsilon \qquad y_2 = R \cdot (1 - \cos 2\epsilon)$$

$$x_n = R \cdot \sin (n \cdot \epsilon) \qquad y_n = R \cdot [1 - \cos (n \cdot \epsilon)]$$

### Köríven fekvő adott pont kitűzése

A kitűzési adatokat a kitűzendő létesítmény R szelvénye, az IE (A) vagy az IV (B) szelvények, valamint a körív sugara <sup>®</sup> ismeretében határozhatják meg.

Az  $l_p$  ívhossz a szelvények különbségéből adódik. Az ívhosszhoz ( $l_p$ ) tartozó  $\gamma$  szög az alábbi összefüggések alapján határozható meg:

$$l_p = (\pi \cdot R \cdot \gamma^\circ) : 180^\circ$$

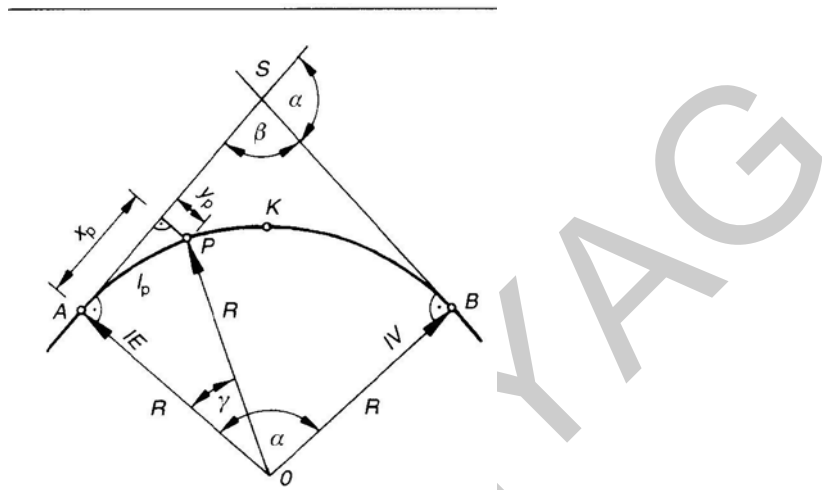
<sup>17</sup> Ratkay Zoltán- Treerné Tihanyi ildikó:Földméréstan2, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 13. o.

$$\gamma^\circ = (l_p \cdot 180^\circ) : (\pi \cdot R)$$

A  $\gamma$  szög ismeretében a kitűzési adatok:

$$X_p = R \cdot \sin \gamma$$

$$y_p = R \cdot (1 - \cos \gamma)$$



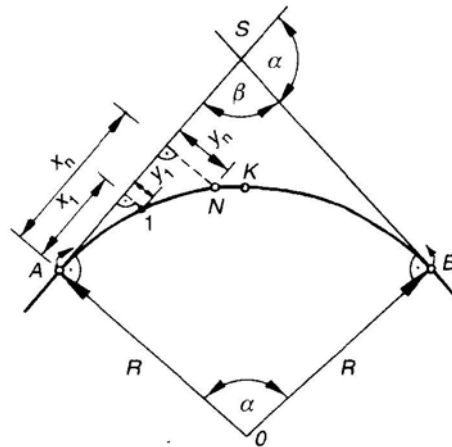
18. ábra. Köríven fekvő adott pont kitűzése<sup>18</sup>

A körív részletpontjait a főpontok kitűzése után tűzhetik ki két ütemben. Az első ütemben az A és K pont között, második ütemben a B és K pont között tűzik ki a körív részletpontokat.

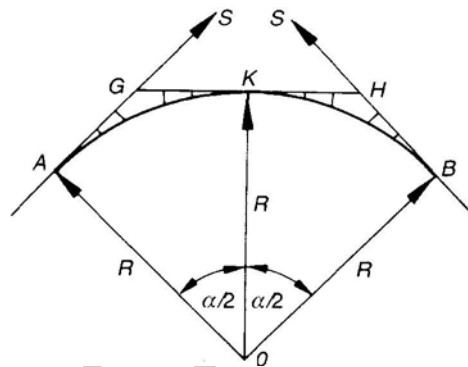
Kitűzéskor az érintőn az A majd a B ponttól kifeszítik a keretes acélszalagot úgy, hogy annak számozása az S pont felé növekedjen, és a végét jelzőszöggel rögzítik. A szalag mentén a megfelelő abszcisszánál (x) kettős szögprizmával beállnak az egyenesbe és itt merőlegesen, kéziszalaggal felméri a ponthoz tartozó ordinátá (y) értéket, a pontot az ismert módom megjelölik.

Nagy sugarú, hosszú ívek esetén, ha az ordináták már 20 méternél nagyobbak, a körívet az A, illetve B pontbeli érintők és a tetőponti érintő segítségével tűzik ki.

<sup>18</sup> Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 14. o.



19. ábra. Körív részletpontjainak kitűzése derékszögű koordinátákkal<sup>19</sup>



20. ábra. Körív részletpontjainak kitűzése tetőponti érintővel<sup>20</sup>

### Részletpont kitűzése kerületi szögekkel

A kitűzés szögmérő műszerrel és mérőszalag segítségével végezhető.

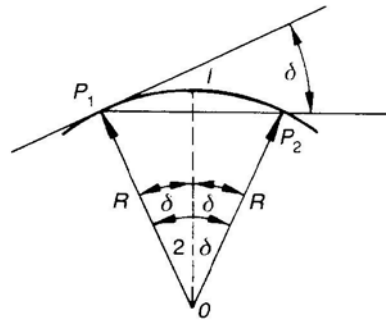
A kerületi szögekkel történő kitűzés alapelve, hogy adott R sugarú körívnél a tetszőleges hosszúságú ívhosszhoz tartozó kerületi szög ( $\delta$ ) a hozzá tartozó középponti szögnek fele.

$$L = R \cdot \text{arc}(2\delta) = (\pi \cdot R \cdot 2\delta^\circ) : 180^\circ$$

Az egyenletet  $\delta^\circ$  - ra rendezve

<sup>19</sup> Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 14. o.

<sup>20</sup> Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 15. o.



21. ábra. A kerületi és középponti szög és a középponti szög közötti összefüggés<sup>21</sup>

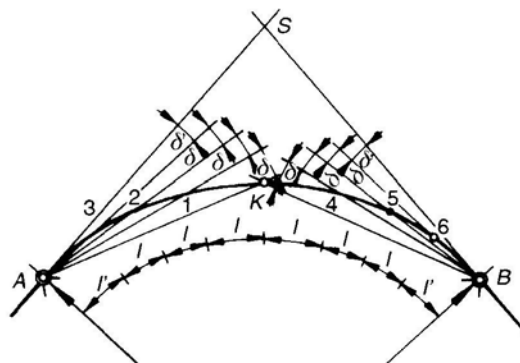
$$\delta^\circ = (l \cdot 180^\circ) : (2\pi \cdot R)$$

A  $\delta^\circ$  kerületi szög értéke percekben kifejezve:

$$\delta' = (l \cdot 180 \cdot 60) : (2\pi \cdot R)$$

Konstans értékekkel elvégezve a műveletet és kerekítve

$$\delta' = 1719 \cdot l : R$$



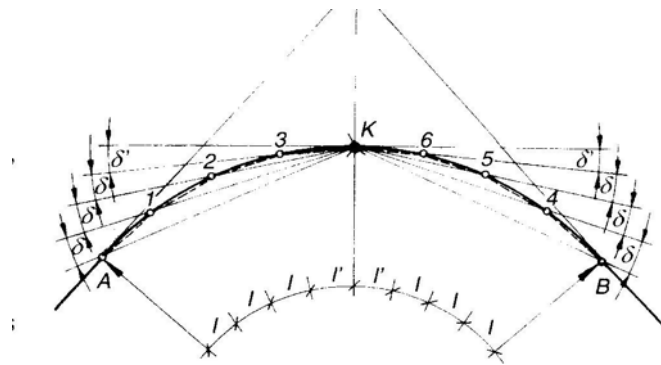
22. ábra. Körív részletpontjainak kitűzése kerületi<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 15. o.

<sup>22</sup> Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 15. o.



A körív részletpontjait kerületi szögekkel csak akkor tűzhető ki, ha a körívnek már két főpontját az A, K pontokat, illetve B,K kitűzték, vagy egy főpont és az érintő meghatározható. A kerületi szöges kitűzés előnye, hogy gyors, és a munka a tengelyben végezhető. A módszer hátránya, hogy az egyes részletpontok kitűzésekor elkövetett hibák összeadódnak. Amennyiben a körülmények engedik, célszerű a kitűzést a legtávolabbi pontoktól kezdve a műszer felé haladva végezni.



23. ábra. Körív részletpontjainak kitűzése kerületi<sup>23</sup>

Kitűzéskor műszerrel felállnak az ív eleje (A) vagy az ív vége (B) főponton és megirányozzák a másik főpontot, az ív közepe pontot (K). A kezdő irányhoz képest értelem szerűen elforgatják az alhidádét  $\delta$  kerületi szögértékkel. A K ponthoz illesztik a kéziszalag kezdőpontját és adott távolságra (pl. 20,00 m) lévő kitűzőrudat beintik a távcső irányvonalába (1), a pontot megjelölik, majd ellenőrzik. Az alhidádét elforgatják a következő részletponthoz tartozó kerületi szöggel, a kéziszalag kezdőpontját az előzőleg kitűzött ponthoz illesztik az adott l távolságra lévő kitűzőrudat beintik a távcső irányvonalába (2), a pontot megjelölik, és ellenőrzik. A műveleteket addig folytatják, amíg a körívet teljes hosszában ki nem tűzték.

### Összefoglalás

Az út- és vasúttengelyvonalak a vízszintes vonalvezetés szempontjából egyenesekből, ívekből és átmeneti körívekből állnak.

A körívek kitűzésekor ismerik az érintő irányát és az ívsugarat (R). A kitűzés sorrendje: középponti szög ( $\alpha$ ) meghatározása, főpontok kitűzése, részletpontok kitűzése. A körív főpontjai: az ív eleje pont (IE vagy A), az ív közepe pont (K) és az ív vége pont (IV vagy B). A részletpontok távolságát az ívsugar függvényében választják meg.

A körívek kitűzésének menete:

<sup>23</sup> Ratkay Zoltán- Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan2. 15. o. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999.

- sarokpont (S) kitűzése (ha lehet) illetve az  $\alpha$  középponti szög meghatározása;
- kitűzési adatok kiszámítása;
- az A és B pontok kitűzése a tangenshossz (T) vagy a tangenshossz egy részének felmérésével;
- a K pont kitűzése, amely végezhető az SK távolság (SK) felmérésével, érintőről derékszögű koordinátákkal, tetőponti érintő segítségével és húrról derékszögű koordinátákkal.

A körív részletpontjainak leggyakoribb kitűzési módszerei:

- érintőről derékszögű koordinátákkal, kerek ívhosszak esetén,
- kerületi szögekkel.

## 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 elérési lehetőségeit.
- 3. A munkájához szüksége lesz:
  - íróeszközre;
  - szögfüggvények kezelésére, alkalmas számológépre;
  - Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999.; Bereczki Sándor – Dr. Karsay Ferenc: Földméréstan és kitűzés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993; Dr. Novotny Iván: Földméréstan és kitűzés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1997; Batiz Zoltánné – Dr. Ercsey Zoltánné: Geodéziai gyakorlatok, Tankönyvkiadó, Budapest, 1987. 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 vonalas létesítmények tervezésével és kivitelezésével kapcsolatos földmérési munkák–töltések, bevágások, sokszögvonal és ívek kitűzése információtartalmat!
- 7. **Tanári irányítás mellett** a tanulócsoporthoz értelmezze a vonalas létesítmények tervezésével és kivitelezésével kapcsolatos földmérési munkák– töltések, bevágások, sokszögvonal és ívek kitűzésével kapcsolatos összefüggéseket. Ha nem ért valamit, segítséget kérhet a tanártól vagy tanulópartnereitől.

8. A gyakorlatok megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1–28. oldalakon található, feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részleteket!
9. A vonalas létesítmények tervezésével és kivitelezésével kapcsolatos földmérési munkák- töltések, bevágások, sokszögvonal és ívek kitűzése feladatok végrehajtásához, válaszoljon az ezzel kapcsolatos kérdésekre!
10. Az adott méréshez adja meg és válassza ki az összes szükséges eszközt!
11. Használja a geodéziai mérés eszközeit, és tanulótársával értelmezzék a terület földmérési jegyzőkönyvi adatait.
12. Végezze el a vonalas létesítmények tervezésével és kivitelezésével kapcsolatos földmérési munkák- töltések, bevágások, sokszögvonalak, ívek kitűzését és azokat helyszínrajzi vázlatban, ábrázolja!
13. A térben mért adatokat a megadott mérési és kitűzési tervhez viszonyítva értelmezzék!
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 31–40. oldalakon található önellenőrző feladatlapokat! Pontosan adja meg az előírt értékektől való eltérést!

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Feladata úttöltés koronaszintjének és a rézsú lábpontjának kitűzése lécpofil segítségével. A gyakorlatok megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1-28. oldalakon található, feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részleteket! Írja le a kitűzéshez szükséges adatokat, a kitűzési eljárást, a kitűzött pontok kijelölésének és rögzítésének módját! Szintezőműszer, rézsúháromszög, mérőeszközök segítségével tűzzön ki és rögzítsen tanuló társaival, egy 1,50 m koronaszinthez tartozó pontot és annak a láb pontját!

MUNKANYELV

## 2. feladat

Feladata úttöltés bevágásának és a rézsú körömpontjának kitűzése. A gyakorlatok megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1–28. oldalakon található, feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részletet! Írja le a kitűzéshez szükséges adatokat, a kitűzési eljárást, a kitűzött pontok kijelölésének és rögzítésének módját! Ezután 1:1,5 rézsúháromszög, mérőeszközök segítségével tűzze ki és rögzítse tanuló társaival, egy 1,00m fenékszélességű 1,50 m mélységű bevágás körömpontjait!



## 3. feladat

Feladata épületalap jellemző pontjainak kitűzésének irányítása zsinórállvány segítségével. A gyakorlatok megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1–28. oldalakon található, feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részletet! Egészítse ki a zsinórállvány készítésével kapcsolatos kitűzési eljárás leírását!

Közlekedési-, mély-, és vízépítési ..... kitűzéséhez zsinórállványt készítenek. A munkagödör kiemelése ..... a zsinórállvány kitűzése és felállítása. A zsinórállvány feladata, hogy geometriai alapot adjon az egyenes szerkezetek élének, tengelyének, metszéspontjainak .....

A zsinórállvány készítésének menete:

zsinórállványok ..... kitűzése;

..... felállítása;

..... felszegezése;

síkok , egyenesek .....;

kitűzés.

A zsinórállványokat a sarkokhoz L alakban, a falcsatlakozásokhoz pedig 2-2 oszlopra rögzített ..... el. A zsinórállvány felállításakor figyelemmel kell lenni a munkagépek és az ..... helyigényére, ezért a falak külső síkjától legalább 2,00 m távolságban kell elhelyezni.

A felállítást az oszlopok leásásával indul. Az oszlopok merev helyzetét körüldöngöléssel biztosítják. Az egyik oszlopra egy ismert magasságú alappontból ..... átviszik azt a magasságot, ami a  $\pm 0,00$  szintet jelöli. A vonalszintezés során kedvező ha az utolsó lécállás az egyik oszlophoz kerül, mert a kapott szintezési eredmény egyben a léc ..... lesz. A magasságot bevett szöggel kell határozottan megjelölni.

A zsinórállvány oszlopok külső oldalára ..... m magasságban .....beállított pallókat szegeznek. Az összes pallónak egy magasságban kell lenni, kivéve, ha erősen lejtős terepen kerül az épület kitűzésre.

Ha a zsinórállvány elkészült, akkor az ..... felvetítése következik. Az épület sarokpontját jelző cövek fölé egy-egy..... tart két figuráns, amihez igazítják a zsinórállvány deszkáira kifeszített zsinórokat. A kellően feszes, megfelelően felmért helyen lévő zsinórokat szeggel vagy befűrészeléssel .....

A következőkben a ..... rámerik a pallókra és azokat ácsceruzával jelölik (bevonalkázzák), majd a kiviteli tervek alapján kitűzik az épület ..... falait. Ez lehet lábazati fal, az alapfalak külső, belső síkja és a szigetelést védő fal belső síkja is. A ..... síkjait pallók mentén mérőszalaggal mérik ki az egyik határolófalhoz képest.

#### 4. feladat

Feladata vonalas létesítmény sokszögpontjainak kitűzése. A gyakorlatok megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1–28. oldalakon található, feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részletet! Sorolja fel a sokszögkitűzés szempontjait!





A teodolit távcső előkészítése a méréshez (a szátkereszt beállítása, a parallaxis eltüntetése.)

A jegyzőkönyv vezető elkészül.

Pontjel felállítása a..... pontokra, és az első szögpontra.

Irányzás és leolvasás a tájékozó pontokra és az ..... szögpontra, jegyzőkönyvi rögzítés.

Felállnak a műszerrel az ..... szögponton, mint az előbb a 0 ponton.

Pontjelek elhelyezése a 0 és 2 .....

Irányzás és ..... 0-ra, jegyzőkönyvben rögzítés.

Irányzás és leolvasás a 2. sokszögpontra, ..... való beírás.

.....

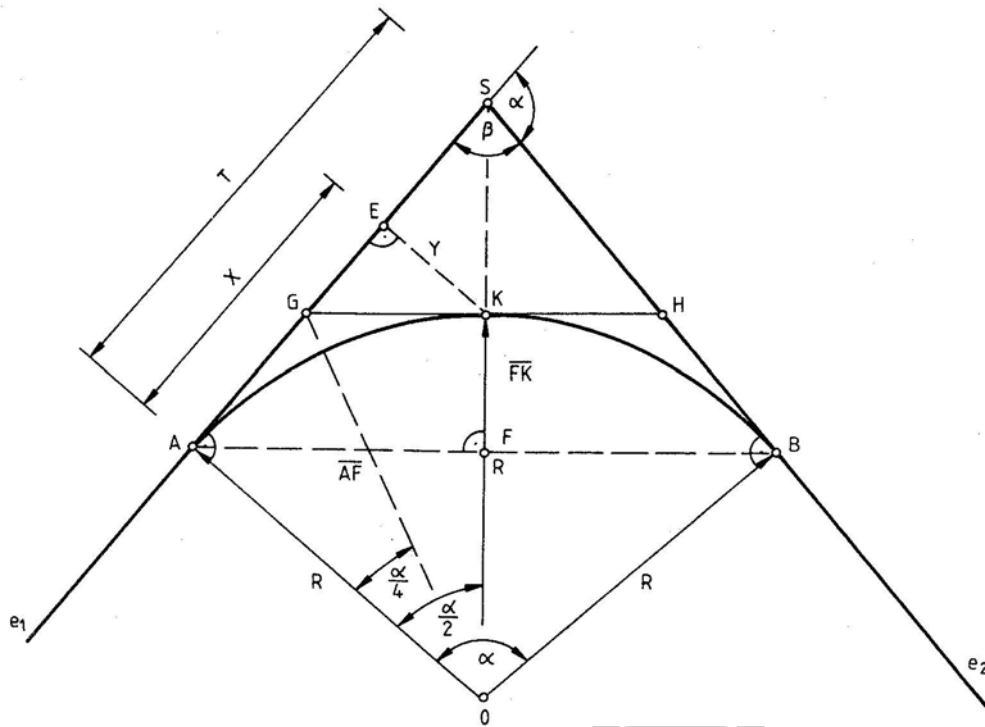
Felállás az n .....

Irányzás és leolvasás az (n-1) ....., jegyzőkönyvvezetés.

Tájékozó ..... mérése stb.

## 6. feladat

Számítsa ki az ábra alapján a körív főpontok kitűzéséhez szükséges méreteket, ha központi szög  $\alpha = 58^{\circ}14'$  és a sugár  $R = 200\text{m}$ ! Tanulótársával tűzze ki a körív főpontjait a terepen, ha  $R=20, 00\text{m}$ !



24. ábra. Körív részletpontok kitűzése<sup>24</sup>

a) Tangenshossz

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \alpha/2 = R \cdot \operatorname{tg} 58^{\circ}14''/2 = R \cdot \operatorname{tg} 29^{\circ}07' =$$

b) Az ívközép kitűzés méretei

$$SK = (R : \cos \alpha/2) - R = R \cdot [(1 : \cos \alpha/2) - 1] = R \cdot [\sec \alpha/2 - 1] =$$

Derékszögű kitűzési méretek számítása:

$$AE = C$$

<sup>24</sup> Móczár Ferenc – Varga Imre: Földméréstan munkafüzet II. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1988, 15. o.

$$EK = Y = R \cdot (1 - \cos \alpha/2)$$

$$AF = R \cdot \sin \alpha/2 =$$

$$FK = Y =$$

A K kitűzése a tetőponti érintőn:

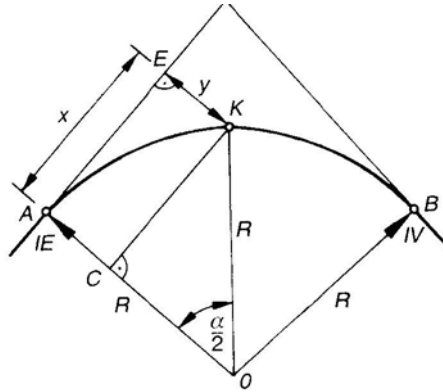
$$AG = GK = KH = HB = R \cdot \operatorname{tg} \alpha/4 =$$

c) A körív hossza

$$\widehat{AB} = (\pi \cdot R \cdot \alpha) : 180^\circ = 200 \cdot \operatorname{arc} \alpha =$$

### 7. feladat

Feladata a K pont kitűzése érintőről derékszögű koordinátákkal. A gyakorlatok megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1–28. oldalakon található, feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részletet! Számítsa ki az ábra alapján a körív főpontok kitűzéséhez szükséges méreteket, ha központi szög  $\alpha = 88^\circ 42'$  és a sugár  $R = 100\text{m}$ ! Tanulótársával, teodolittal tűzze ki a körív főpontjait a terepen!



25. ábra. Az ív közepe pont kitűzése érintőről derékszögű koordinátákkal<sup>25</sup>

$$X = AE = R \cdot \sin \alpha/2 =$$

$$y = EK = R - R \cdot \cos \alpha/2 = R \cdot (1 - \cos \alpha/2) =$$

---



---



---



---



---



---

### 8. feladat

Feladata a K pont kitűzése tetőponti érintő segítségével. A gyakorlatok megkezdése előtt, a gyakorlati munkához kapcsolódóan, olvassa el az önálló munkavégzéshez az 1–28. oldalakon található, feladathoz kapcsolódó szakmai információtartalom részletet! Számítsa ki az ábra alapján a körív főpontok kitűzéséhez szükséges méreteket, ha központi szög  $\alpha = 78^\circ 42'$  és a sugár  $R = 150\text{m}$ ! Tanulótársával, teodolittal tűzze ki a körív főpontjait a terepen!

<sup>25</sup> Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999. 10. o.



## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

Szintezőműszer segítségével a terepen kitűzzük és szintezzük az úttengelyre merőleges út koronaszint, felső határoló pontjainak vetületeit. Erre az útkorona rézsűs kialakítása miatt van szükség. A méréshez ismerni kell a korona magasságát mindkét oldalon – a tömörödésből származó magasságcsökkenést is figyelembe kell vennünk. A töltés kitűzéséhez előre kialakított lécpofit, vagy sablonkeretet készítünk. A sablonkeret a rézsű méretei, hajlása alapján lécekből elkészített váz, ami a rézsű kontúrjával megegyezik.

Első lépésként a beszintezett cövek mellé felállítunk egy lécet, úgy hogy annak a magassága a rézsű koronaszintig érjen. Ha a megfelelő magasságot függőlegesen kitűztük, akkor a rézsű oldalát lécpofillal, rézsűháromszöggel és libellával beállítjuk. A beállított lécpofil és a talaj metszéspontja megadja a rézsűlábát. Itt a ferde léc helyzetét egy kisebb cövekszerűen levert lécdarabhoz történő szegezéssel biztosítjuk. Ha a rézsű magas, célszerű a korona szélén lévő függőleges oszlopon egy merev háromszöget (pipát) helyezni a rézsűhajlásnak megfelelően. A rézsűlábánál és a koronaszint szélén elhelyezett háromszögek ferde oldalainak meghosszabbítása kijelöli a rézsű oldalát.

### 2. feladat

A beszintezett cövekhez képest adják meg a koronaszintet és a bevágás mélységét. Ezt a cövek mellé vert zsindeyre írva adják meg a földmunkát végzők számára. A cövek a földmunka elvégzéséig ott marad. Körülötte a földet földbabaként meghagyják, addig, amíg ahhoz viszonyítva a bevágás mélységét nem ellenőrizték.

A rézsűnek a tereppel való metszéspontját, az úgynevezett körömpontot a keresztszelvényen levő terv alapján tűzik ki. Először a bevágás mélységéből és rézsű hajlásából kiszámítják a körömpont várható helyét. Ezt alig levert cövekkel ideiglenesen megjelölik, és annak tövében meghatározzák a terep magasságát (szintezéssel, vagy léccel és vízmértékkel). Mivel a terep közben is változik, ez a pont nincs azonos szinten a korona szélén levert cövekkel, A különbséghez tartozó rézsűhosszal ezért korrigálni kell a rézsűnek az eredetileg számított hosszát. A körömpont cöveket ennek megfelelően odébb helyezik, és véglegesen leverik. A bevágás ásását innen lehet elkezdeni Földmunka közben célszerű azt rézsűháromszöggel gyakran ellenőrizni.

Az árok szélessége :  $1,00 + 2 \cdot 1,5 \cdot 1,50 = 5,50$  m (Az ároktengelytől mért távolságok 2,73 m vízszintes terep esetén.)

### 3. feladat

**Alapozás kitűzése zsinórállvány segítségével**

Közlekedési-, mély-, és vízepítési **műtárgyak** kitűzéséhez zsinórállványt készítenek. A munkagödör kiemelése **előtt első lépés** a zsinórállvány kitűzése és felállítása. A zsinórállvány feladata, hogy geometriai alapot adjon az egyenes szerkezetek éléinek, tengelyeinek, metszéspontjainak **kitűzéséhez**.

A zsinórállvány készítésének menete:

- zsinórállványok **helyének** kitűzése;
- **oszlopok** felállítása;
- **pallók** felszegezése;
- síkok , egyenesek **felvetítése**;
- kitűzés.

A zsinórállványokat a sarkokhoz L alakban, a falcsatlakozásokhoz pedig 2-2 oszlopra rögzített **pallókat helyeznek** el. A zsinórállvány felállításakor figyelemmel kell lenni a munkagépek és az **anyagmozgatás** helyigényére, ezért a falak külső síkjától legalább 2,00 m távolságban kell elhelyezni.

A felállítást az oszlopok leásásával indul. Az oszlopok merev helyzetét körüldöngöléssel biztosítják. Az egyik oszlopra egy ismert magasságú alappontból **vonalszintezéssel** átviszik azt a magasságot, ami a  $\pm 0,00$  szintet jelöli. A vonalszintezés során kedvező ha az utolsó léccállás az egyik oszlophoz kerül, mert a kapott szintezési eredmény egyben a lécc **talppontmagassága** lesz. A magasságot bevett szöggel kell határozottan megjelölni.

A zsinórállvány oszlopok külső oldalára **1,00–1,50 m** magasságban **libellával** beállított pallókat szegeznek. Az összes pallónak egy magasságban kell lenni, kivéve ha erősen lejtős terepen kerül az épület kitűzésre.

Ha a zsinórállvány elkészült, akkor az **épület falsarkainak** felvetítése következik. Az épület sarokpontját jelző cövek fölé egy-egy **függőt** tart két figuráns, amihez igazítják a zsinórállvány deszkáira kifeszített zsinórokat. A kellően feszes, megfelelően felmért helyen lévő zsinórokat szeggel vagy befűrészeléssel **jelölik**.

A következőkben a **falvastagságokat** ráméri a pallókra és azokat ácsceruzával jelölik (bevonalkázzák), majd a kiviteli tervek alapján kitűzik az épület **földszint alatti** falait. Ez lehet lábazati fal, az alapfalak külső, belső síkja és a szigetelést védő fal belső síkja is. A **közbenső főfalak** síkjait pallók mentén mérőszalaggal mérik ki az egyik határolófalhoz képest.

#### 4. feladat

A sokszögpontok kitűzésének szempontjai:

- a sokszögvonala lehetőleg kettősen tájékozott legyen,
- a sokszögoldalokról a részletpontokat lehetőleg egyszerűen lehessen kitűzni, illetve bemérni,

- az oldalak hossza beépített területen 80–150m, külterületen maximum 300m,
- az oldalak közel azonos hosszúságúak legyenek,
- az egyik pontból a szomszédos két pont látható legyen, lehetőleg a pontjelzőt a terepszint közelében lehessen látni,
- sokszögvonallal alappont mellett csatlakozás nélkül elmenni nem szabad,
- az oldalhosszak mérésére lehetőleg a mérőpálya alkalmas legyen,
- a pontokon a műszert kényelmesen fel lehessen állítani,
- a pontok fennmaradása biztosított legyen,
- a sokszögvonal nyújtott legyen( a törésszögek kb. 180° – ak legyenek).

## 5. feladat

Szögmérés lépései kényszerközpontosító nélkül:

- Az állvány úgy állítják fel, hogy mérés közben a lábak **ne akadályozzák** az észlelőt.
- **Pontraállítás** teodolittal a 0 ponton (függő a pontra mutat mm élesen, vagy az optikai vetítő kis körén középen látszik a pont. )
- Az állótengely **függőlegessé** tétele.
- A teodolit távcső előkészítése a méréshez (a szálkereszt beállítása, a parallaxis eltüntetése.)
- A jegyzőkönyv vezető elkészül.
- Pontjel felállítása a **tájékozó** pontokra, és az első szögpontra.
- Irányzás és leolvasás a tájékozó pontokra és az **első** szögpontra, jegyzőkönyvi rögzítés.
- Felállnak a műszerrel az **első** szögponton, mint az előbb a 0 ponton.
- Pontjelek elhelyezése a 0 és 2 **sokszögpontokon**.
- Irányzás és **leolvasás** 0-ra, jegyzőkönyvben rögzítés.
- Irányzás és leolvasás a 2. sokszögpontra, **jegyzőkönyvbe** való beírás.
- .....
- Felállítás az **n ponton**.
- Irányzás és leolvasás az (n-1) **pontra**, jegyzőkönyvvezetés.
- Tájékozó **irányok** mérése stb.

## 6. feladat

a) Tangenshossz

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \alpha/2 = R \cdot \operatorname{tg} 58^{\circ}14''/2 = R \cdot \operatorname{tg} 29^{\circ}07' = 200 \cdot 0,55697 = 111,39 \text{ m}$$

b) Az ívközép kitűzés méretei

$$SK = (R : \cos \alpha/2) - R = R \cdot [(1 : \cos \alpha/2) - 1] = R \cdot [\sec \alpha/2 - 1] = 200 \cdot 0,14465 = 28,73 \text{ m}$$

Derékszögű kitűzési méretek számítása:

$$AE = C$$



$$EK = Y = R \cdot (1 - \cos \alpha/2)$$

$$AF = R \cdot \sin \alpha/2 = 200 \cdot 0,48659 = \mathbf{97,32 \text{ m}}$$

$$FK = Y = 200 \cdot (1 - 0,87363) = 200 \cdot 0,12637 = \mathbf{25,27 \text{ m}}$$

A K kitűzése a tetőponti érintőn:

$$AG = GK = KH = HB = R \cdot \operatorname{tg} \alpha/4 = 200 \cdot 0,25970 = \mathbf{51,94 \text{ m}}$$

c) A körív hossza

$$\widehat{AB} = (\pi \cdot R \cdot \alpha) : 180^\circ = 200 \cdot \operatorname{arc} \alpha = (200 \cdot 3,1416 \cdot 58^\circ 14'') : 180^\circ = \mathbf{203,27 \text{ m}}$$

## 7. feladat

A kitűzés az  $X=AE$  abszcissza és erre merőleges  $y = EK$  ordináta felmérésével végezhető el.

Az AE egyenlő az OCK derékszögű háromszög  $\alpha/2$  szögével szemben levő CK befogóval.

$$CK: R = \sin \alpha/2 \quad CK = R \cdot \sin \alpha/2$$

$$\text{Tehát } X = AE = R \cdot \sin \alpha/2 = 100 \cdot \sin 88^\circ 42' / 2 = 100 \cdot \sin 44^\circ 21' = 100 \cdot 0,69904 = \mathbf{69,90 \text{ m}}$$

Az OCK derékszögű háromszögből számítható az  $y = EK$  ordináta

$$y = EK = AC$$

$$AC = AO - OC$$

Az  $AO = R$  és az  $OC$  számítható az OCK derékszögű háromszögből

$$OC: R = \cos \alpha/2 \quad OC = R \cdot \cos \alpha/2$$

$$\text{Tehát } y = EK = R - R \cdot \cos \alpha/2 = R \cdot (1 - \cos \alpha/2) = 100 \cdot (1 - \cos 44^\circ 21') = 100(1 - 0,7151) = \mathbf{28,49 \text{ m}}$$

Nagy AE és EK távolság esetén a pontosság növelése érdekében a kitűzést teodolittal és mérőszalaggal végzik.

Kitűzéskor műszerrel felállnak az ív eleje (A) ponton, az érintőirányon a sarokpont felé AE távolságra beintjük az E pontot. Majd az E pontra állnak fel a műszerrel, és az érintő irányához képest az alhidádét elforgatják  $90^\circ$ -al és ezen az irányon EK távolságra, kitűzik az ív közepe (K) pontot.

## 8. feladat

**K pont kitűzése tetőponti érintő segítségével**

Nagy sugarú, hosszú íveknél alkalmazzák ezt a kitűzési módszert. A tetőponti érintő az A és B pontbeli érintőket a G és H pontban metszi. Az OAG, OKG, OKH, OBH derékszögű háromszögek egybevágóak, mert két oldaluk (átfogó és R) ) valamint a nagyobbikkal szemben lévő szögük (derékszög) egyenlők.

Ezért a derékszögű háromszög középpontnál levő szögei ( $\alpha/4$ ) és az O ponttal szemben lévő befogók is egyenlők.

$$AG=GK=KH=HB$$

$$AG: R = \operatorname{tg} \alpha/4$$

Tehát:

$$AG=GK=KH=HB= R \cdot \operatorname{tg} \alpha/4 = 150 \cdot \operatorname{tg} 78^\circ 42' / 4 = 150 \cdot \operatorname{tg} 78^\circ 42' / 4 =$$

$$= 150 \cdot \operatorname{tg} 19,675^\circ = 150 \cdot 0,35756 = 53,63 \text{ m}$$

Kitűzéskor műszerrel felállnak az ív eleje ponton (A), az érintőirányon a sarokpont irányában AG távolságra kitűzik a G pontot. Műszerrel átállnak a G pontra, majd a sarokpont (S) irányához képest a középpont felé (O) elforgatják az alhidádét  $\alpha/2$  értékkel, és GK távolságra kitűzik az ív közepe (K) pontját.

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

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

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

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

Ratkay Zoltán – Treerné Tihanyi Ildikó: Földméréstan 2., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1999.

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

### AJÁNLOTT IRODALOM

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

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

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

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

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

A(z) 0689–06 modul 017–es 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