

Mérnökgeodézia 5.

Mérnökgeodéziai kitűzési munkák.

Dr. Ágfalvi, Mihály

Mérnökgeodézia 5.: Mérnökgeodéziai kitűzési munkák.

Dr. Ágfalvi, Mihály

Lektor: Dr. Ottófi, Rudolf

Ez a modul a TÁMOP - 4.1.2-08/1/A-2009-0027 „Tananyagfejlesztéssel a GEO-ért” projekt keretében készült. A projektet az Európai Unió és a Magyar Állam 44 706 488 Ft összegben támogatta.

v 1.0

Publication date 2010

Szerzői jog © 2010 Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar

Kivonat

Ez a modul a mérnökgeodéziai munkák szemszögéből tekinti át és foglalja össze a vízszintes és magasság kitűzéseket. A kitűzési munkák sajátosságainak rövid ismertetése után a kitűzési munkák szervezésének és rendjének szintén rövid összefoglalója következik. Ezután a kitűzések pontossági követelményeit vizsgáljuk az építési pontossági követelményekkel (építési tűrésekkel) összefüggésben. A vízszintes kitűzések alapműveleteit (hossz- és szögkitűzés, vetítés) tárgyaló rész után a vízszintes kitűzések módszereit, azt követően a magassági kitűzéseket tekintjük át. Ezeken a részekben belül a kitűzések ellenőrzéséről, a kitűzött pontok megjelöléséről is lesz szó.

Jelen szellemi terméket a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény védi. Egészének vagy részeinek másolása, felhasználás kizárólag a szerző írásos engedélyével lehetséges.

Tartalom

5. Mérnökgeodéziai kitűzési munkák.	1
1. 5.1 Bevezetés	1
2. 5.2 A kitűzési munkák sajátosságai és rendje	1
3. 5.3 A kitűzések pontossági követelményei	5
4. 5.4 Vízsíntes értelmű kitűzések	8
4.1. 5.4.1 Hossz-, illetve távolság kitűzése	8
4.2. 5.4.2 Szög-, illetve iránykitűzés.	11
4.3. 5.4.3 Kitűzés vetítéssel	13
4.4. • Vízsíntes kitűzések módszerei	21
5. 5.5 Magassági kitűzések	24
6. 5.6 Összefoglalás:	27

A táblázatok listája

5-1.	7
5-2.	8
5-3. acél mérőszalaggal végzett hossz mérés szabályos hibái	10
5-4.	18
5-5. Vetítés alapműveleteinek megengedett középhibája	20
5-6. különféle pontjelölésekkel elérhető középhibák	23
5-7. egy műszerállásban meghatározható magasságkülönbség középhibája	25
5-8. Magassági kitérés alapműveleteinek megengedett középhibái	26
5-9. különböző magassági pontjelöléssel elérhető középhiba	26

5. fejezet - Mérnökgeodéziai kitűzési munkák.

1. 5.1 Bevezetés

Ez a modul az építési beruházások geodéziai feladatai közül az egyik legfontosabb, leggyakoribb és legfelölsségteljesebb munkával, a beruházásban tervezett építmények kitűzésével kapcsolatos ismereteket foglalja össze.

A kitűzés módszereivel már más tárgyakban (Geodézia, Nagyméretarányú térképezés) is találkoztak. Ebben a modulban a mérnökgeodéziai munkák szemszögéből tekintjük át és foglaljuk össze a vízszintes és magasság értelmű kitűzéseket. A kitűzési munkák sajátosságainak rövid ismertetése után a kitűzési munkák szervezésének és rendjének szintén rövid összefoglalója következik. Ezután a kitűzések pontossági követelményeit vizsgáljuk az építési pontossági követelményekkel (az építési tűrésekkel) összefüggésben. A vízszintes kitűzések alpműveleteit (hossz- és szögkitűzés, vetítés) tárgyaló rész után a vízszintes kitűzések módszereit, azt követően a magassági kitűzéseket tekintjük át. Ezeken a részekben belül a kitűzések ellenőrzéséről, a kitűzött pontok megjelöléséről is lesz szó.

Ebből a modulból megismerhet tehát:

- a mérnökgeodéziai kitűzés munkák sajátosságait,
- a kitűzések pontossági követelményeit,
- a vízszintes értelmű kitűzések alpműveleteinek (irány- és szögkitűzés, hosszkitűzés, vetítés) pontossági tervezését,
- a vízszintes értelmű kitűzések módszereit,
- a magassági értelmű kitűzések alpműveleteinek pontossági tervezését, a kitűzés végrehajtását
- a kitűzések ellenőrzését.

A modul anyagának elsajátítása után képes lesz:

- bármely építési beruházásnál jelentkező, az építési pontossági követelményeket kielégítő vízszintes és magassági kitűzések tervezésére,
- építmények, mérnöki szerkezetek tervszerinti kivitelezését segítő vízszintes és magassági értelmű kitűzésére,
- építkezések geodéziai művezetésére,
- építmények tervszerinti megvalósulásának ellenőrzésre.

2. 5.2 A kitűzési munkák sajátosságai és rendje

A mérnökgeodéziai kitűzések célja a tervezett létesítmények tervszerinti helyének kijelölése a terepen. Ennek érdekében megjelölendők azok a geometriai elemek (pontok, egyenesek, síkok), amelyek lehetővé teszik a tervben megadott, meghatározott méretű és elhelyezésű létesítmények helyes építését vagy szerelését.

A munkák sajátosságait a következő módon jellemezhetjük.

A kitűzés vonatkozhat a létesítmény:

- térbeli elhelyezésének vagy
- szerkezetének a kitűzésére.

A térbeli elhelyezés során az építmény jellemző főpontjainak a környező alappontokhoz, ill. más létesítményekhez viszonyított helyzetét jelöljük meg. A tervező vagy megbízottja végzi.

A szerkezeti kitűzés ezekhez a jellemző főpontokhoz viszonyítva a szerkezet egyes elemei helyzetének kijelölését jelenti. A kivitelező, vagy megbízottja végzi.

Az egyes létesítménynek annyi geometriai elemét kell kitűzni, amennyivel a létesítmény zavartalan és helyes megépítését, illetve szerelését egyértelműen elvégezhető.

A beruházás területén minden olyan ideiglenes és végleges létesítmény kitűzendő, amely helyfoglalással jár.

A kitűzés elsősorban geodéziai munka. A létesítmények közötti tervszerinti összefüggések megteremtése érdekében azonban a kitűzőtől, a geodéziai szakismereteken túl még telepítési-tervezési ismereteket is megkíván. Sőt járatosnak kel lennie a kivitelezés területén is, hogy a kitűzésekkel mind a tervezők, mind a kivitelezők igényeit szakszerűen és gazdaságosan ki tudja elégíteni.

A kitűzési munkálatokkal szemben támasztott nagyon sokrétű követelmény az említett ismeretek hiányában nem elégíthető ki, mert az építkezés naponta változó állapotában eligazodni, pontos és megbízható munkát végezni pusztán geodéziai ismeretekkel nem lehet.

A kitűzés többirányú felelősséget jelent, mert a kitűzés elvégzése és átadása egy adott létesítmény kivitelezésének a megindítására vonatkozó jogi és műszaki jóváhagyás. Ezért a kitűzés a legnagyobb gonddal, folytonos ellenőrzés mellett végzendő el.

A mérnökgeodéziai kitűzéseket további szempontok szerint is csoportosíthatjuk. Céljukat tekintve lehetnek:

- tervezési és
- kivitelezési kitűzések.

A tervezési kitűzések a tervezés munkáját egészíthetik ki. Például vonalas létesítmények tervezését segíthetik azok a kitűzések, amelyek a tervezés folytatásához szükséges részletesebb terepfelmérés sávját jelölik ki, vagy ugyanezeknél a létesítményeknél a semleges vonal terepi nyomozása.

A kivitelezési kitűzések a tervezési munka befejezését követő olyan kitűzések, amelyek közvetlenül a kivitelezést szolgálják. Kétféleképpen lehetnek:

- előzetes és
- végleges kitűzések.

Az **előzetes kitűzéseknek** az a célja, hogy a felvonulási épületek, rakodó és előregyártó területek, ideiglenes vezetékek stb. olyan helyre kerüljenek, hogy egyrészt a meginduló építéseket ne gátolják, másrészt az építkezések befejezéséig a helyükön maradjanak. A felvonuláshoz tartozó ilyen (előzetes) kitűzéseket kisebb pontossággal kell végrehajtani. (Jól szerkesztett tervezési térképeken ezek a területek megtalálhatók.)

A **végleges kitűzések** a létesítmények kivitelezéséhez alapul szolgáló, az építés pontosságának megfelelő kitűzést jelentik. Ez a kitűzés történhet több lépésben is. A kitűzést mindig csak közvetlenül a kivitelezési munka előtt hajtsuk végre, nehogy a kitűzött pontok elpusztuljanak, vagy elmozduljanak.

Feloszthatjuk a kitűzéseket mérés technikai szempontból is. A beruházás területén az építmények tervezése térben (3D-ben) történik. Az ehhez szükséges kitűzést a hagyományos geodézia eszköztárával (mérés technikájával) csak két, egymást követő művelettel lehet végrehajtani. Rendszerint a síkon (2D) kezdjük, majd a magassági dimenzióban (1D) folytatjuk a munkát, mert a síkon végzett műveleteknek (pl. a kitűzésnek) a hagyományos műszerei különböznek a magasságmérések (kitűzések) műszereitől. Ezért a kitűzéseket felosztjuk **vízszintes- és magassági kitűzésekre**. A továbbiakban elsősorban e szempont szerint tárgyaljuk majd meg a kitűzéseket. Meg kell azonban jegyezni, hogy a geodézia mérés technikájának a fejlődésével, a GNSS nyújtotta megoldások, már ma is lehetővé teszik a 3D-s kitűzéseket. Röviden erről is szó lesz.

A kitűzési munkák rendje

A létesítmények kitűzéséről az építő-, ill. a szerelő vállalkozónak kell gondoskodnia. Korábban ezt a tevékenységet miniszteri rendeletekkel szabályozták. A szervezetek önérdelke is megkövetelte (megköveteli),

hogy a kitűzési munkákat kellő **jártassággal**, és **jogosultsággal** bíró geodétákkal rendelkező földmérési vállalkozások végezzék.

Az építési vállalkozók (alvállalkozók) a feladatukhoz szükséges kitűzéseket saját geodéziai szakemberükkel (részlegükkel) végeztethetik el. Ha ilyen nincsen, akkor a beruházó vagy a beruházás megvalósításában felelősséget vállaló szervezet (személy) jóváhagyásával bíz meg geodéziai vállalkozót a munkák végrehajtására.

Sok probléma forrása lehet a kitűzési munkák megfelelő szervezése, irányítása, átadása, a kitűzött pontok védelme stb.. Célszerű ezért, ha a kivitelezések megkezdése előtt a kitűzési munkák rendjéről a megbízó és a megbízott írásban megállapodik. A korábban már többször hivatkozott beruházási kategóriába tartozó beruházásokkal kapcsolatban már a MGE 1 modulban (13, 14, 15. oldalak), valamint az MGE 2 modulban (8. oldal) szó volt arról, hogy geodéziai felelőst kell alkalmazni. A most vázolt megállapodásnak ebben az esetben aláírója a geodéziai felelős is.

A mérnökgeodéziai **kitűzési munkák rendje** célszerűen:

- a kitűzés megrendelése
- a megrendelés visszaigazolása
- a kitűzés végrehajtása
- a kitűzés átadása.

E kitűzési rend szigorú betartásával lehet csak a kivitelezési munkák tervszerűségét és szervezettségét megteremteni.

A kitűzési munkát a bevezető bekezdésben leírtaknak megfelelően a kivitelezőnek írásban kell megrendelnie a kitűzési határidő előtt 8-10 nappal. Ennél szorosabb határidőről a feleknek írásban előre meg kell állapodniuk valamilyen dokumentumban (lásd pl. MGE 2 modul 10, 11. oldal)

A kitűzési munka **megrendelésének** feltétlen tartalmaznia kell azokat az adatokat, amelyek alapján a kitűzési munka egyértelműen megtervezhető és elvégezhető. A megrendelő birtokában levő érvényes, aktuális tartalmú tervek (pl. tervezési térkép), kiviteli tervek, esetleg vázlatok másolatai. A kitűzendő létesítmény megjelölése, a pontossági tervezéshez szükséges építési pontossági osztály előírásai, a kitűzendő pontok száma, a munka határideje, vízszintes (V) vagy magassági (M) értelmű legyen-e a kitűzés, vagy mindkettő.

A szintén írásbeli **visszaigazolásnak** elsősorban a teljesítési határidőre vonatkozó választ kell tartalmaznia. Határidő módosítás esetén indokolni kell a változtatás szükségességét. Adott esetben a nem egyértelmű adatok (főleg a gyakran változó tartalmú tervek) miatt egyeztetést szükséges javasolni. Mert kitűzni csak egyeztetett és záradékoltt koordináta és/vagy méret adatokat tartalmazó tervezési térkép, kitűzési vázlat, ill. a kitűzési vázlat, s a kitűzendő létesítményre vonatkozó jóváhagyott kiviteli tervek alapján, vagy a tervező(k) valamilyen érvényes tervdokumentációra utaló írásbeli közlése alapján lehet.

A kitűzés végrehajtása:

- az előkészítésből
- a végrehajtásból
- az ellenőrzésből
- és a kitűzött pontok átadásából áll.

Az előkészítés irodai része a kitűzési munka megtervezéséből áll. Hagyományos módszer esetében kiválasztjuk az alapponthálózat, a rendelkezésünkre álló műszerfelszerelés (és a terep) ismeretében, a kitűzés módszerét. Kiszámítjuk a kitűzési méreteket, és megszerkesztjük a kitűzési vázlatot. Az irodai tervezés szoros része az ellenőrző mérések megtervezése is, és az ellenőrző méretek számítása. Ezek az adatok is felkerülnek a kitűzés vázlatra.

Korszerű műszerek (mérőállomás, GPS) esetében a tervezés menete megegyezik az előbb leírtakkal. Nem kell azonban kitűzési és ellenőrző méreteket számolni. Helyette a felhasználni kívánt (és ellenőrzött) alappontok és a

Kitűzendő pontok koordináta-állományával töltjük fel a műszerek memóriáját. Vázlatokra, néhány korszerű műszert kivéve, ebben az esetben is szükség van.

A terepi előkészítés a felhasználandó alappontok ellenőrzéséből, valamint az építési terület szemléléséből áll. Sokszor, különböző okok miatt, ezt műveletet el szokták hanyagolni, pedig az építkezések gyors változásai, még kellő terepismerettel rendelkezők számára is jelenthetnek meglepetést.

A kitűzés végrehajtása a tervezett helyszíni mérésekből és a kitűzött geometriai elemek megjelöléséből áll. Az egyes létesítmények kitűzésekor az elhelyezési kitűzést minden esetben el kell végezni. A szerkezeti kitűzések elvégzésére, ha a létesítmény bonyolultsága vagy kitűzésének pontossága indokolja, a megbízó és a megbízott külön megállapodást köthet.

A kitűzés ellenőrzésekor a kitűzött pontoknak az alappontokhoz és egymáshoz viszonyított helyzetét, továbbá az adatszolgáltatás és a kitűzés egyezőségét és a szerződésben vállalt egyéb kötelezettséget kell ellenőrizni.

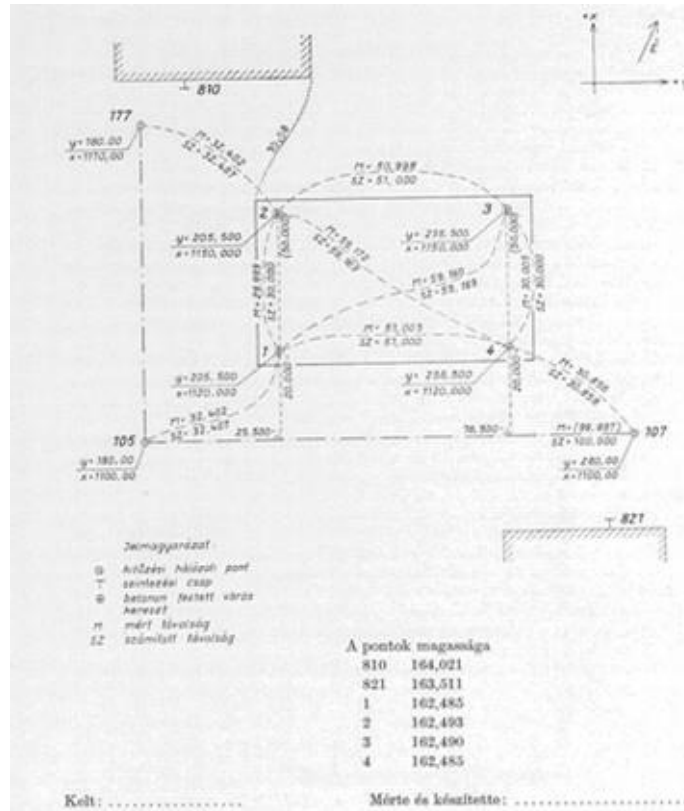
A kitűzés területe eső, már megépült és betakart felszín alatti létesítmények megóvása miatt (főleg nyomvonalas létesítményeknél) szükséges a felszín alatti részletek terepen való megjelölése. Ezekre vonatkozó pontjelöléseket az egyéb megjelölésektől eltérő módon kell megjelölni (pl. pirosra festett cövek). Ezeket a nem látható felszín alatti objektumokat a kitűzési vázlatra is be kell jelölni. Megnevezéssel és a kitűzés irodai tervezésekor számított méretadatokkal kell ellátni.

A kitűzés befejezése és az ellenőrző mérések elvégzése után kitűzés-átadási jegyzőkönyvet kell készíteni.

A kitűzési feladat szoros része a **kitűzés átadása**. Ennek keretében a kitűzést végző (vagy szervezetének képviselője) a megrendelő képviselőjének (ha megszervezhető, akkor a beruházó képviselőjének) jelenlétében a kitűzött pontokat a **helyszínen** átadja. Ezt az aktust lehetőleg a kitűzés befejezésekor azonnal el kell végezni. Ha ez 1-2 napon nem belül nem történik meg, akkor ezt az építési naplóba be kell jegyezni.

Az átadás kitűzés átadás-átvételi jegyzőkönyvvel történik. Példányszáma a felek megállapodásában rögzítendő. Ez a munkarész szöveges és vázlat részből áll. A szöveges rész tartalmát az **M1 Szabályzat**ból vett mintán tanulmányozhatják. A jegyzőkönyv mintája a modul végén (33. oldal) található. A szöveges rész fontos utalása a kitűzött pontok megóvására és pusztulásuk esetén szükséges teendők megnevezése.

A vázlat alakhelyesen készül:



5-1. ábra Kitzzési vázlat

és tartalmaznia kell:

- a kitzzés átadás-átvételi jegyzőkönyv sorszámát,
- a használt koordináta-rendszert, tengelyeinek irányát,
- az É irányt,
- a felhasznált vízszintes alappontokat, vagy ha azok nem férnek rá, akkor irányukat, pontszámukat és koordinátájukat,
- a kitzzött pontok koordinátáit, megjelölésük módját
- a ténylegesen kifejlesztett mérési vonalhálózatot (ortogonális koordináta kitzzés esetén)
- a kitzzési és ellenőrző méreteket
- az alappontok között mért és számított távolságokat
- a kitzzött pontok ellenőrzésére esetleg felhasznált egyéb létesítmények pontjait,
- a felhasznált magassági alappontokat és a magasságilag kitzzött pontok magasságát
- a magassági kitzzés ellenőrzéséhez felhasznált egyéb létesítménypontok magasságát
- a jelmagyarázatot.

A kitzzés fennmaradását a kitzző szerv csak a megbízónak (vagy képviselőjének) történt átadás időpontjáig szavatolja. A megbízónak kötelessége az átvétel után a kitzzött pontok védelmét megszervezni.

3. 5.3 A kitzzések pontossági követelményei

A következő részben az **M1-es szabályzatban** foglaltakat felhasználva tárgyaljuk a témát.

Az építkezések és a szerelések zavartalanságának biztosításához az új létesítmények egyes szerkezeti elemei egymáshoz, a létesítmények egésze pedig a környező létesítményekhez viszonyítva a megfelelő pontossággal kell, hogy a tervszerinti helyükre kerüljenek.

A feltételek teljesítéséhez pontossági követelményeket:

- elhelyezési és
- szerkezeti pontosságot definiálunk.

Ezek maradéktalan betartása szavatolja a bevezetőben megfogalmazott feltételek teljesülését.

Az **elhelyezési pontossági követelmény** mérés technikai szempontból az építmények jellemző pontjainak (sarok- és tengelypontok) a kitűzéskor felhasznált alappontokhoz viszonyított kitűzési pontosságát szabja meg.

A **szerkezeti pontossági követelmény** mérés technikai szempontból egy létesítményen belül kitűzendő pontok egymáshoz viszonyított pontosságát szabja meg.

A kitűzés pontosságának adott pontossági követelmények által megkívánt mértékét a megengedett kitűzési eltérés, az elért mérési pontosságot a tapasztalt kitűzési eltérés jellemzi.

A **megengedett kitűzési eltérés** (jele **t**) két pont koordinátákból számítható (vagy a terven megadott) távolságának és az ellenőrzésül mért távolsága közötti különbség megengedett legnagyobb abszolút értéke.

A **tapasztalt kitűzési eltérés** (jele **s**) a két pont koordinátákból számítható (vagy a terven megadott) távolságának és az ellenőrzésül mért távolságának különbsége.

Mindkét kitűzési eltérés definiálásakor feltételezzük, hogy az ellenőrző mérés hibája nem haladja meg a megengedett kitűzési eltérés 10 %-át. A kitűzés pontossága értelem szerűen akkor felel meg a pontossági követelményeknek, ha a tapasztalt kitűzési eltérés kisebb, mint a megengedett kitűzési eltérés.

A tapasztalt kitűzési eltérés számértéke függ:

- a kitűzéskor végzett mérési műveletek és
- a felhasznált alapponthálózat pontosságától,
- az alkalmazott kitűzési módszertől.

Az utóbbi pontosságát mérési műveleteinek pontossága alakítja. A megengedett kitűzési eltérés betartásához szükséges tehát a mérési műveletek középhibájának a korlátozása. Azt az értéket, amelynél nagyobb nem lehet a középhiba, a **mérési műveletek megengedett középhibájának** nevezzük.

Ezek után foglalkozunk a **megengedett szerkezeti kitűzési eltéréssel**. Számértékének meghatározásához az építési, ill. szerelési méreteltérések (pontossági követelmények) ismerete szükséges.

A megengedett építési, ill. szerelési méreteltéréseket (jelük **e**) építési előírások (építési szabványok) tartalmazzák. Ha nem szabványos építményről van szó, akkor annak minőségi előírásait a tervezőkkel kell megbeszélni.

A megengedett **t** szerkezeti kitűzési eltérést az **e** megengedett építési, ill. szerelési eltérésből kell kiszámolni:

$$t = ne$$

Az **n** értéke 0,25 és 0,6 közötti érték. Általában az $n=0,4$ értékkel számolunk.

A megengedett szerkezeti kitűzési eltérés számszerűen, a megengedett építési tűrések megadási módjához hasonlóan megadható:

1. egyetlen számértékkel

2. a kitűzött pontok L távolságának valamely függvényével (pl. 1/10000)

3. az építőipari tűrésrendszerben szokásos pontossági osztállyal.

Az 1. esetben feltételezendő, hogy a megengedett szerkezeti kitűzési eltérés 28 m távolságra vonatkozik. (Ez az építési szabványokban táblázatba foglalt legnagyobb érték.) A 28 m-nél nagyobb vagy kisebb távolságok esetén a t értéke arányosan növelhető vagy csökkenthető.

A 2. esetben, amikor a kész létesítményre vonatkozó megengedett méreteltérés a távolságtól függ, a t értékét is a távolság függvényében kell megadni.

A 3. esetben a t értéke az építőipari tűrésrendszer pontossági osztályának megadásával írandó elő. Az építőipari tűrésekkel kapcsolatos alapfogalmakat szabvány tartalmazza. A szabványnak megfelelően valamilyen pontossági osztályban az e megengedett építési méreteltérés a q un. alap eltérés és a pontossági osztályra jellemző p tényező szorzataként nyerhető:

$$e = pq$$

Az alapeltérés a pontok L távolságának a függvényeként számítható:

$$q = 11,5 \frac{L + 1790}{L + 49000}$$

Az építési szabvány 10 építési pontossági osztályt különböztet meg, amelynek jelölésére az a-tól k-ig terjedő kisbetűk szolgálnak.

A kitűzési munkákat, a megkívánt mérési pontosság alapján, az M1 szabályzat is, az előbbieket analógiájára, pontossági osztályokba sorolja.

Vízszintes értelemben az A, B, C, D betűvel jelölt négy, magassági értelemben pedig E, F, G, H betűvel jelölt pontossági osztályt különböztet meg a szabályzat. A vízszintes kitűzési pontossági osztályba sorolás alapjául a 28m ponttávolságra vonatkozó t megengedett szerkezeti kitűzési eltérés szolgál.

Az egyes vízszintes kitűzési pontossági osztályok a hozzájuk tartozó t megengedett szerkezeti kitűzési eltérések, illetve az ezek helyett előírt építési pontossági osztályokat a 5-1.táblázat tartalmazza.

5-1. táblázat -

Vízszintes kitűzési pontossági osztály	Megengedett kitűzési eltérés: t (mm)	Építési pontossági osztály
A	$t < 1$	-
B	$1 < t < 10$	a,b,c,d,e
C	$10 < t < 20$	f,g
D	$20 < t$	h,i,k

A magassági kitűzéskor a megengedett szerkezeti kitűzési eltérés, mint a létesítendő új pontok egymáshoz viszonyított elméleti (a tervben megadott, vagy a magasságokból számítható) és az ellenőrzéskor nyert magasságkülönbségek eltérése értelmezendő.

A magassági kitűzések pontossági osztályba sorolásának alapjául az így értelmezett s megengedett kitűzési eltérés szolgál.

Az egyes magassági kitűzési pontossági osztályok és a hozzájuk tartozó megengedett kitűzési eltérések a következők:

5-2. táblázat -

Magassági kitűzési pontossági osztály	Megengedett kitűzési eltérés s (mm)
E	$s < 0,5$
F	$0,5 < s < 2$
G	$2 < s < 5$
H	$5 < s$

A fejezet zárásaként a megengedett kitűzési eltérések és a **kitűzési középhiba** összefüggését vizsgáljuk meg. A megismert kitűzési pontossági mérőszámokat az építések megbízhatóságát jellemző mérőszámokhoz hasonló jellegű kitűzési eltéréssel jellemeztük. A geodéziában az egyes mérési eljárások megbízhatóságát azonban azok középhibáival jellemezzük. Szükséges tehát, hogy ismerjük az építési jellegű előírások és a geodéziai középhibák közötti kapcsolatot.

Értelemszerűen a t megengedett kitűzési eltérésből kell kiindulni. A két mennyiség között:

$$m = kt$$

összefüggés áll fenn. A k tényező értékét különböző megfontolások alapján határozhatjuk meg. Valószínűségi megfontolások alapján a geodéziai mérések normális eloszlását feltételezve $p = 0,9973$ valószínűségi szinten $k=1/3$, ez az ún. **három szigma (σ) szabály**, ebből:

$$m = \frac{t}{3}$$

Ez alapján nagyon kis kitűzési középhibákat kapunk. A kitűzések során azonban ellenőrző méréseket is végzünk, amelyek rendszerint függetlenek a kitűzési mérésektől és megbízhatóságuk is azonos, így m-re igaz lehet a következő érték is:

$$m = \sqrt{\left(\frac{t}{3}\right)^2 + \left(\frac{t}{3}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}}{3}t = \frac{t}{2,1}$$

Ez a hibaelméletileg megalapozott összefüggés is megfelelő eredményre vezet a gyakorlati feladatok megoldásakor.

4. 5.4 Vízszintes értelmű kitűzések

Ezek a módszereket, ahogy utaltunk már rá, más tantárgyakban is tanultuk. Így ezeknek a módszereknek mérnökgeodéziai célú tárgyalásánál nem lehet elkerülni bizonyos fokú ismétléseket. Most azonban konkrét munkafeladatokhoz kapcsoljuk az eddigi ismereteket.

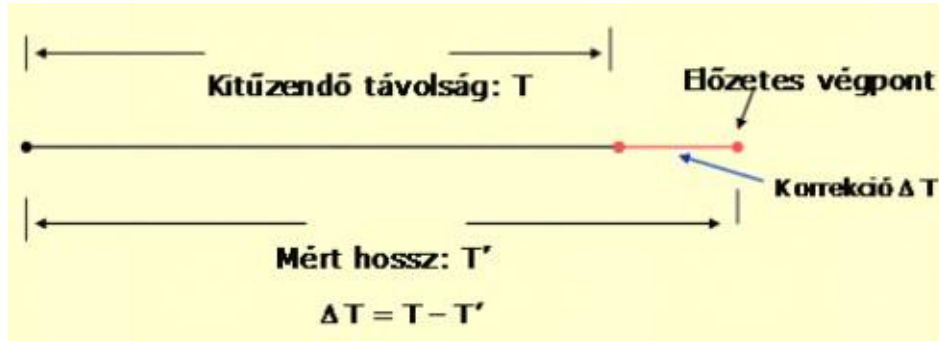
Az előző fejezetből megismertük, hogy a kitűzések az építmények elhelyezésére és/vagy szerkezeti részeik terepi kijelölésére irányulnak. A szerkezeti kitűzések általában nagyobb pontossági igényeket támasztanak a kitűzésekkel szemben. Ezért a módszerek ismertetése előtt röviden foglalkozni kell a velük elérhető pontossággal, ill. mivel pontosságukat alpműveleteik pontossága szabja meg, először ezt tárgyaljuk meg.

A vízszintes kitűzésekkor alkalmazott alpműveletek: hossz-, ill. távolság kitűzés; szög-, ill. iránykitűzés; vetítés. A kitűzéshez tartozik még a kitűzött pontok megjelölése is.

4.1. 5.4.1 Hossz-, illetve távolság kitűzése

Ez a művelet mindig egy megadott hosszúság megmérését jelenti. Ez történhet mérőszalaggal, ill. távolságmérésre alkalmas más eszközzel, esetleg módszerrel (a mai műszerezettség mellett szinte kizárólag fizikai elvű távmérő műszerekkel).

A megkívánt pontosság függvényében a hosszúság mérését különböző módon végezzük. **Szabatos hosszkitűzésekkor** a kitűzést visszavezetjük mérésekre.



5-2. ábra Szabatos hosszkitűzés

Első lépésben közelítőleg kitűzzük a távolságot, és ideiglenesen megjelöljük ezt a végpontját. Az így kijelölt távolságot többszörös ismétléssel megmérjük. A mérési eredmények számtani középértéke lesz a közelítő távolság legvalószínűbb értéke. A számtani középnek a megadott hosszúságtól való eltéréssel javítjuk az előzetes végpontot. A mérésekhez mérőszalagot és távmérő műszert egyaránt használhatunk.

A mérőszalag a mérnökgeodéziai feladatoknál ma is az egyik leggyakrabban használt mérőeszköz, mert **használat**a a kitűzéshez **azzal az előnnyel jár** a többi hosszmérő eszközhöz képest, **hogy** bizonyos pontossági határon belül **a kitűzendő hosszúság közvetlenül kimérhető**.

Vizsgáljuk meg a mérőszalaggal való mérés pontosságát és az azt befolyásoló tényezőket¹. A pontosságot az állandó értékű, a szabályos és a szabálytalan hibák befolyásolják.

Állandó értékű hiba a komparáló alapvonal hibája, a szalag anyaga szerinti rugalmassági modulusra és a hőtágulási együtthatóra felvett érték m_E és m_a hibája.

A szabályos hibák forrása:

- a vízszintes és
- a függőleges kigyózó mérés
- a komparálaskori hőmérséklet és a méréskori hőmérséklet eltérése
- a komparálási húzóerő és a méréskori húzóerő eltérése
- a talaj egyenetlensége, göröngyössége
- a végpontok között kifeszített szalag behajlása

A két utóbbi hiba kizárja egymást, mert vagy a talajra fektetett szalaggal, vagy a levegőbe emelt szalaggal végezzük a méréseinket.

A szabálytalan hibák közé a szalag végpontok illesztésének, a végpontok jelölésének, és szalag elcsúszásának hibáit soroljuk.

Az állandó értékű hibát a mérési eredményeinkből nem tudjuk kiküszöbölni. Ezért a hossz mérés tervezésénél hatásukat előzetes becsléssel, vagy más hasonló mérési eredmények tapasztalatainak felhasználásával számításba kell venni és a szabályos hibák megengedhető értékét csökkenteni kell az állandó értékű hibákkal.

¹ A tárgyalt téma részletesebb megismeréséhez ajánlom Török (1965) dolgozatát.

A szabályos hibák értékét a mérnökgeodéziai feladatoknál gyakran előforduló szabatos hosszkitúzéskor kiszámítjuk, és a mérés kori javítással, ellentétes előjellel vesszük figyelembe.

•

5-3. táblázat - acél mérőszalaggal végzett hosszmérés szabályos hibái

A szabályos hiba megnevezése	Jele	A javítás előjele	
		méréskor	kitúzéskor
Vízszintes kígyózó mérés	Δl_v	-	+
Függőleges kígyózó mérés	Δl_f	-	+
Húzóerő megváltozása	Δl_p	+ -	- +
Valódi és névleges hossz különbsége	Δl_k	+ -	- +
Hőmérséklet változása	Δl_t	+ -	- +
Talaj egyenetlenség	Δl_g	-	+
Szalag behajlás	Δl_b	-	+

A szabálytalan hibák köztudottan mindig terhelik a méréseinket. Azt is tudjuk, hogy a szabálytalan hibák értéke ismételt mérésekkel csökkenthető. Ennek ismeretében vizsgáljuk meg a hosszkitúzések pontosságának és a szükséges ismétlésszámnak a tervezését.

A rendelkezésünkre álló mérőeszköz paraméterei (hossza, anyaga), a mérés körülményei és módszere ismeretében tervezhető a hosszmérés pontossága (a priori középhibája):

$$m_e = m_{sz} \sqrt{\frac{H}{l_{sz}}}$$

Ebből következően:

$$m_e = m_{sz} \sqrt{n_{sz}}$$

m_e a H hossz egyszeri mérésének középhibája, H a mérendő (kitúzendő) hossz, l_{sz} a kitúzéshez használt szalag hossza, n_{sz} a szalagfekvések száma, m_{sz} az egy szalagfekvésre eső szabálytalan hiba értéke, amelyet az alábbi tapasztalati adatok alapján vehetünk fel:

$m_{sz} = \pm 2 - \pm 4$ mm a mérőszalag hosszánál rövidebb távolságok mérésekor,

$m_{sz} = \pm 3 - \pm 5$ mm az akadályoktól megtisztított földön végzett gondos mérések során, ha a szalagvégpontokat szeggel jelöljük,

$m_{sz} = \pm 0,5 - \pm 1$ mm ha a hosszakat végvonásos szalaggal mérjük, és a végpontokat a végvonás mellett ceruzavonással jelöljük,

$m_{sz} = \pm 0,2 - \pm 0,3$ mm ha a mérést mm osztású szalaggal előre elhelyezett indexsaru mellett egyidejű leolvasással végezzük.

A tervezett pontosság, azaz a hossz kitúzésének megengedett középhibája m_H a következő módon számítható:

$$m_R = \frac{1}{M}$$

$$m_H = \pm \frac{H}{M}$$

m_H a hossz relatív középhibája (a megengedett kitűzési eltérésekből számítható).

Az m_H és m_e értékek összevetésével döntjük el, hogy az elérendő pontossághoz szükséges-e ismétlni a méréseket. Ha

$$m_e < m_H$$

akkor a tervezett mérési (kitűzési) módszerrel elérhetjük a szükséges pontosságot. Ellenkező esetben a mérések ismétlésével növelhetjük a mérés pontosságát. Ismerve az ismétlés szám növelésének hatását a mérések pontosságára, az m_H és m_e értékek alapján n a következő módon számítható:

$$m_H = \frac{m_e}{\sqrt{n}}$$

$$n = \frac{m_e^2}{m_H^2} = \frac{m_{sz}^2 n_{sz}}{m_H^2}$$

Természetesen a hányados nem lesz kerek szám. A biztonság érdekében felfelé kerekítve az értéket, kapjuk a szükséges ismétlés számot. Amennyiben túl magas ismétlésszám adódik, akkor a mérési módszerünkön kell változtatni.

Elektromos távmérő műszerek esetében a tervezés ezzel megegyező módon történik. A mérések előzetes m_e középhibáját a megadott gyári paraméterek alapján számítjuk.

A hosszkitűzés végrehajtása után számítjuk a mérésünk végleges pontosságát (a posteriori középhibáját), az egy ismeretlenre végzett közvetlen mérések kiegyenlítése szerint. Ezzel igazoljuk a kitűzésünk pontosságát.

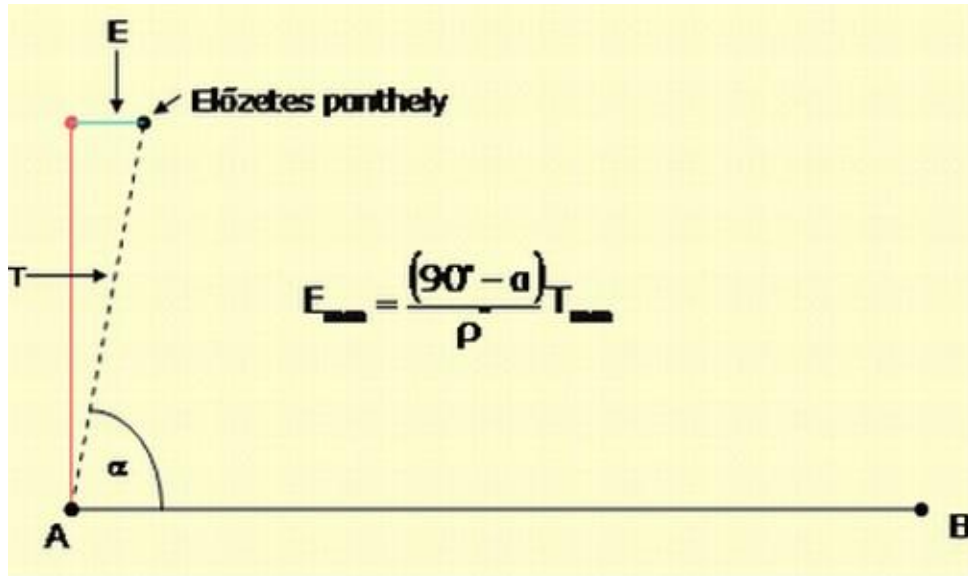
4.2. 5.4.2 Szög-, illetve iránykitűzés.

A szögek kitűzése történhet:

- szögmérő műszerrel
- szögprizmával
- távolságok mérésével.

A mérnökgeodéziai feladatok többségében tetszőleges nagyságú szögek kitűzését szögmérőműszerrel végezzük. A műszerek lehetnek hagyományos műszerek (teodolit, tahiméter) és mérőállomások. A különböző kitűzési módszerek különböző pontosságú szögkitűzést igényelnek. A szögkitűzés pontosságát úgy növelhetjük, hogy a szögkitűzést visszavezetjük a szögmérés feladatára.

A kezdő irányra előzetesen kitűzzük a szög másik szárát alkotó irányt (ábra).



5-3. ábra Szabatos szögkitűzés

Ezen az irányon kerek távolságra kijelölünk egy pontot. A két irány által bezárt szöget többfordulós iránymérésből számítjuk. A mért és a kitűzendő szög különbségéből ($\Delta\alpha$), valamint a szög szárán kimért távolsággal (a) számítjuk azt a lineáris eltérést (s), amellyel a C' pontot az $A C'$ irányra merőlegesen elmozdítva, a két irány a tervezett szöget zárja be.

A fordulók számát (az ismétlések számát) a hossz méréshez hasonlóan tervezhetjük. A kitűzésnek ez a megoldása időigényes, ezért csak egy-egy szög nagy pontosságát igénylő kitűzésénél alkalmazzuk.

A szögkitűzés hibaforrásai:

- műszerhibák
- személyi hibák
- külső körülmények hatása.

Korszerű műszerek esetén a műszerhibák általában csekély értékűek. Mérőállomások néhány szabályos hibát laborvizsgálat nélkül is korrigálni tudnak.

A műszer pontra állításának hibája a kitűzéseknél nagyon veszélyes hibaforrás. A hiba hatása különösen rövid távolságok esetén elérheti, sőt túllépheti mindhárom szögkitűzési hibaforrás együttes hatását. Szögek nagy pontosságú kitűzésénél szükségessé válhat, hogy a hiba nagyságát meghatározzuk, és számítással figyelembe vegyük a kitűzésnél.

A személyi hibák forrása az irányzás, hagyományos műszerek esetén a leolvasás művelete is.

A külső körülmények hatásai közül a mérnökgeodéziai kitűzésekre legveszélyesebbek: a műszerállvány elcsavarodása, a műszer hő hatására történő elfordulása, a levegő mérés kori fizikai állapota (refrakció, léglengés és légrezgés, a levegő koncentrált portartalma stb.), valamint az építési környezetből jövő hatások (járműforgalom, gépek okozta rezgések stb.). A hibaforrások hatásának kivédése (alkalmas időpont és hely kiválasztása a kitűzések idején) nehéz feladat és gyakran nem is megoldható.

A szögkitűzés pontossági mérőszámai.

A szögkitűzéseket is szabályos és véletlen hibák terhelik. A művelet közép hibájának meghatározásakor az irány középhibájából kell kiindulni. A középhiba összetevői: a közép véletlen hiba (az irányzás és leolvasás együttes hibája), és a összetett középhiba szabályos része (a ki nem küszöbölhető műszerhibák, az ideiglenes pontjelölés és a pontra állás hibája).

Az irány kitűzés középhibájának, m_{ir} ismeretében, feltételezve, hogy a szög szárát alkotó mindkét irány kitűzésének hibája m_{ir} egyenlő :

$$m_{sz} = m_r \cdot \sqrt{2}$$

A leggyakrabban előforduló állandó nagyságú szögek: 45°, 90° és 180° kitűzésére a különféle szögprizmák szolgálnak. A kitűzés ezekkel az eszközökkel nagyon gyors, de korlátozott pontosságú. Ennek ellenére sokszor még ma is nélkülözhetetlen eszköze néhány egyszerűbb kitűzési feladatnak.

A prizmával kitűzött irány középhibája a gyakorlati tapasztalatok alapján $\pm 2'$ -re tehető. Gyakorlott „észlelő” kezében $\pm 1'$. Például 100 m-es távolságban $\pm 1'$ irányeltérés a kitűzött pont helyén ± 3 cm lineáris eltérést okoz, ami 1/3000-ed relatív középhibát eredményez. Ahol ez a pontosság elegendő, ott használata indokolt lehet.

Szögeknek távolságok mérésével való kitűzését általában a következő körülmények teszik szükségessé:

- a kitűzendő szög szárai rövidebbek a műszer legkisebb irányzási távolságánál
- nem lehet felállni műszerrel a szög csúcsában
- függőleges síkban kell szöget kitűzni.

Távolságok mérésével úgy tűzünk ki szöget, hogy pl. a kitűzendő szöget egy olyan derékszögű háromszög egyik belső szögének tekintjük, amelynek egyik csúcspontja az a pont, amelyben a kérdéses szöget kell kitűzni. Ebben a háromszögben a kezdő irányon (az egyik befogón) kijelölünk egy kerek távolságot (pl. 10 m), majd számítjuk a másik befogó és az átfogó hosszát. A számított távolságokkal ívmetszésszerűen tudjuk a harmadik csúcspontot, így a kitűzendő szöget is kijelölni.

Két megjegyzés a módszerhez: kis pontosságú, így csak kevés feladathoz alkalmazható, szabatos szögkitűzésekhez egyáltalán nem. Ha mégis szükségessé válik rövid irányokkal szögkitűzést végezni, akkor a műszergyártó cégek által opcionálisan kínált rátét objektíveket kell beszerezni. Ezekkel az eszközökkel néhány dm-re „szorítható le” le a legkisebb irányzási távolság.

4.3. 5.4.3 Kitűzés vetítéssel

A vízszintes kitűzések alpműveletei közé soroljuk. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy ez egyben egy vízszintes kitűzési módszer is. Ezért ismertetését a vízszintes kitűzési módszerek tárgyalásánál is megtehetjük volna, mégis célszerűnek láttuk ehhez a fejezetrészhez illeszteni.

Vetítéskor egy pontjával adott függőleges egyenes, vagy egy egyenes szakaszával adott függőleges sík pontjainak, illetve egyenes szakaszainak helyét kell különböző magasságokban kitűzni. Ilyen feladattal a mérnöki létesítmények vízszintes kitűzésekor gyakran találkozunk (mély alapgyödrök alján kell kitűzéseket végezni, vagy karcsú magas építmények középpontját, kontúrponjtait kell bizonyos magasságokban kitűzni stb.).

A vetítés legfontosabb mozzanata a függőleges irány kijelölése, amelyet:

- mechanikai vagy
- optikai módszerrel

végezhetünk el. Vetítéssel végzett kitűzés nadír (N) és zenit (Z) irányban (le és fel) egyaránt előforduló feladat.

Mechanikai módszerrel végzett vetítés.

A módszer közismert a hagyományos építési gyakorlatban. Egy adott ponton átmenő függőleges irányt a pont fölé függesztett függő zsinórjával jelöljük ki. A „zsinór” a mérnökgeodéziai gyakorlatban acélhuzal.

Vetítéskor a függőt úgy kell felfüggeszteni, hogy a huzal a fel-, vagy levetítendő ponton áthaladjon. A kívánt szinten a függőhuzal jelöli meg a kitűzendő ponthelyet. Az építési gyakorlatban nagyon gyakran a függőt csak külpontosan lehet elhelyezni. Ilyenkor a kitűzendő pontot a vetítendő pont függőhöz viszonyított külpontossági elemeinek meghatározása után lehet kijelölni.

A vetítéskor az acélhuzalt a huzal átmérőjének és a magasságkülönbségnek a függvényében választott súllyal kell megterhelni. Gyakorlati tapasztalatok, pl. bányamérésből ismert adatok alapján célszerű kis átmérőjű (0, 5-

1,0 mm), nagy szakítószilárdságú acélhuzalt alkalmazni, melyet elegendő kis súllyal (200-500 N) terhelni. A súlynak a huzalra való ráakasztása előtt kiszámítjuk a drót megnyúlását, nehogy a súly felfeküdjön a terepen. Értéke a:

$$\Delta l = kPl$$

összefüggéssel számítható. k az 1m huzalhosszra eső megnyúlás 10 N feszítőerő hatására. Néhány érték k -ra vonatkozóan, Hoványi (1968) után:

d_{mm}	k cm/Nm
0,5	0,00255
0,8	0,00100
1,0	0,00064

Például $d=0,5$, $P=200$ N, $l=50$ m esetén $\Delta l=20,5$ cm.

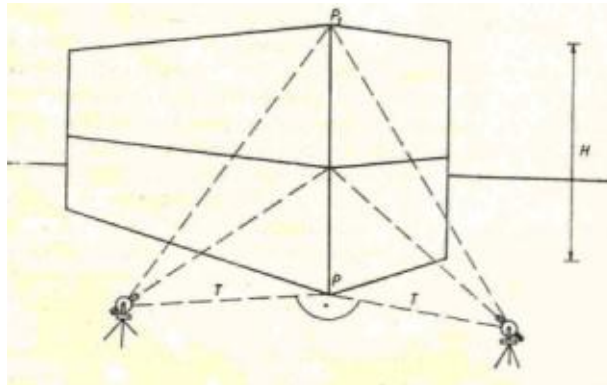
A mechanikai módszer felszín feletti geodéziai munkákban ritkán, bányamérésben, alagutak építésénél (lásd MGE 11 modul) ellenben gyakrabban használatos. Építkezéseknél elsősorban a szerelők módszere.

Optikai módszerrel végzett vetítés.

E módszerrel végzett vetítés műszerei és eszközei:

- a vízszintes szögmérésre alkalmas műszerek
- szögmérő, illetve szintezőműszerek és az eléjük helyezhető objektív prizma
- kimondottan a vetítés céljára fejlesztett u. optikai vetítőműszerek (rövidebben optikai vetítők)

A vetítés szögmérőműszerrel többféleképpen végezhető el. Az egyik megoldást az 5-4. ábra szemlélteti.



5-4. ábra Vetítés teodolittal

A P vagy P1 pontot két irányból vetítjük, s a vetítés irányától (Z vagy N) függően a magasabb, vagy az alacsonyabb szinten lévő ponton átmenő függőleges egyenest, a két műszer álló irány síkjának a metszésvonala jelöli ki. Ezt a módszert nevezhetjük külpontos vetítésnek is, mivel nem a vetítendő ponton áll a műszer.

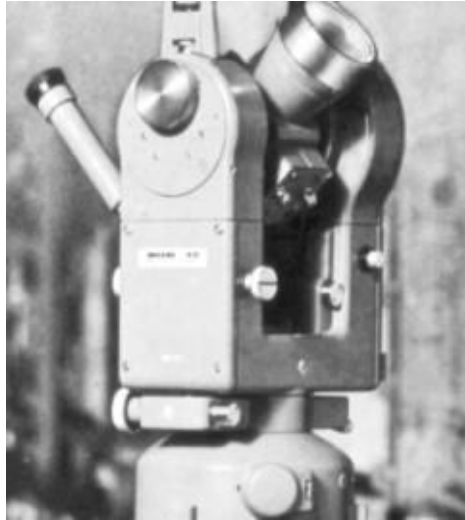
Építési környezetben a módszert akkor lehet (célszerű) alkalmazni, ha adottak a vetítés feltételei, azaz a műszerálláspontok úgy választhatók ki, hogy:

- a vetítési irányok egymással bezárt szöge minél közelebb legyen a 90° -hoz,
- a T értéke legalább 1,5-2,0 H legyen.

Miután a vetítési hiba nagysága függvénye az irányvonalak metszési szögének, az első feltétellel ezt kívánjuk csökkenteni.

A szögmérőműszerrel végzendő vetítés hibaforrási megegyeznek a vízszintes szögmérés hibaforrásaival. A hibaforrások közül elsősorban azok veszélyesek, amelyek hatása a magassági szög növekedésével együtt növekszik pl. az állótengely ferdesége). A második feltétellel ezt a hatást kívánjuk csökkenteni (nem beszélve a kényelmes irányzásról). Építési környezetben ezek a feltételek nem mindig elégíthetők ki.

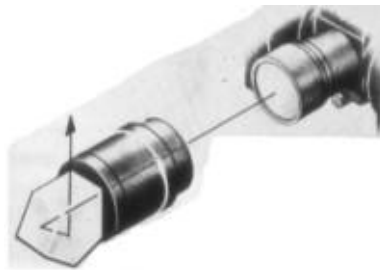
Ha ez a módszer nem alkalmazható, akkor a szögmérőműszert különböző műszer-elemekkel kiegészítve vetíthetünk. A széria műszerek nagy többség meredek irányzások végrehajtásához felszerelhető tört okulárral (5.4 ábra) vagy okulár prizmával.



5-5. ábra Tört okuláris

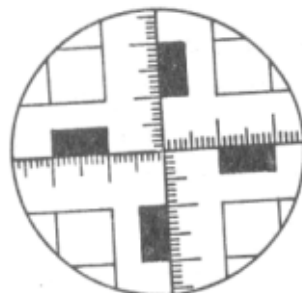
A műszer alap okulárisát kicseréljük, majd a műszer magassági körének segítségével függőlegessé tett távcsővével elvégezhető a vetítés. A vetítés központos, a műszer a vetítendő ponton áll.

Ennél a megoldásnál pontosabb (és kényelmesebb) az objektív prizma alkalmazása (.. ábra).



5-6. ábra Objektív prizma

A prizmát a távcsőre helyezve az a távcső (közel) vízszintes irányvonalát (közel) függőleges irányban téríti el. Objektív prizmával szintezőműszerek is felszerelhetők, és így vetítésre alkalmassá tehetők. A szintezőműszert ilyenkor olyan műszerállványon kell használni (a vetítés pontosságához igazodóan), amelyhez zsinóros, vagy merev vetítő csatlakoztatható. A vetítéshez segédeszközre van szükség:



5-7. ábra Vetítő skála

A vetítést változatlanul központosnak nevezhetjük, noha a vetítővonal maga külpontos. Ennek magyarázatához ismerjük meg a vetítés menetét.

A műszert a vetítendő pont fölé állítjuk az ismert technikával. Állótengelyét függőlegessé, távcsövet (irányvonalát) vízszintessé (vagy közel vízszintessé) tesszük. A vetítés szintjén elhelyezzük a vetítésskálát úgy, hogy a beosztásai irányozhatók és leolvashatók legyenek.

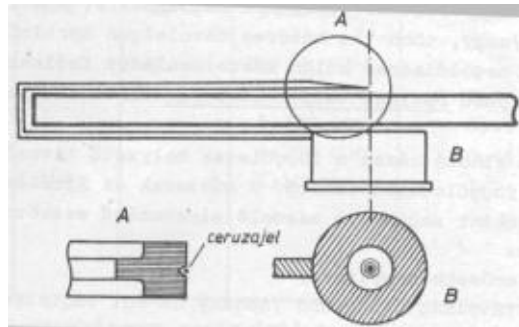
Ezek után elvégezzük a méréseket. Legalább négy távcső helyzetben végzünk leolvasásokat. Az így végrehajtott méréssel:

- kiküszöbölhető a mérés néhány szabályos hibája (pl. a kollimáció hiba)
- függőleges vetítővonallal térbeli vetítést végezhetünk
- a külpontosság értékének ismerete nélkül hajtható végre a vetítés.

A módszerrel alapvetően függőleges sík állítható elő (síkbeli vetítés), de már legalább két egymásra közel merőleges távcsőállásban végzett méréssel a síkok metszésvonalaként vetítővonalat kapunk, amivel a vetítés már elvégezhető. Részben a pontosság növelése, részben a külpontosság mértékének meghatározása végett, legalább négy távcsőhelyzetben kell mérni. A 180°-kal ellentétes távcső helyzetben való mérésekből a külpontosság értéke vagy meghatározható (a két vetített ponthely távolsága a külpontosság kétszerese, ha a távcső vízszintes helyzetű, és a műszer igazított), vagy a további vetítésekből kapott ponthelyeket összekötve a külpontosság ismerete nélkül az egyenesek metszéseként kijelölhető a vetített ponthely. A pontosság növelése érdekében több távcsőállásban, és ismételve mérhetünk.

Az 5-6. ábrán látható skálán végzett leolvasásokból számítjuk a vetített pont helyét a skála osztásegységeiben és kijelölhetjük a helyét a tárcsán.

Segédeszközként pl. „vetítővillát” is alkalmazhatunk, amelynek a vázlatos szerkezete az 5.8 ábrán látható. A megvilágítható B pontjelet (amely zárt, rosszul megvilágított helyeken is használható) minden távcsőhelyzetben beintjük a függőlegesbe, s a villa másik szárán elhelyezett bordázott élnél (A) ceruzajellel, karcolással stb. megjelöljük a vetített pontot. Az alkalmazott pontjel kör alakú, ideális mérete a vetítés távolságához méretezhető



5-8. ábra Vetítő villa

A négy távcsőhelyzetben kapott ponthelyek alapján egyszerűen szerkeszthető a végleges ponthely. Az optikai vetítőkkel végzett vizsgálatok szerint ez a módszer néhány tized mm-rel pontosabb vetítést eredményez a jeltáblával végrehajtott eljárásnál.

Végül megjegyzendő, hogy az objektív prizma megfelelő helyzetbe állítva Z és N vetítésre egyaránt alkalmas.

Vetítés optikai vetítőműszerekkel.

A mérnökgeodézia vetítési feladatok megoldására, speciális igények (nagy, gyakran több tíz méteres, esetleg száz méteres távolságon végzett, sokszor szabatos vetítések) kielégítésére külön műszercsaládot fejlesztettek ki, amelyet különböző típusú optikai vetítőműszerek (röviden optikai vetítők) alkotnak.

A műszerek fő szerkezeti része a függőleges helyzetű távcső, amelynek irányvonala szabatosan függőlegessé tehető.



5 -9. ábra Zeiss PZL szabatos kompenzátoros vetítő

A műszerek rövid neve megegyezik a szögmérő műszerek, mérőállomások hasonló nevű műszerelemével, de azokkal nem téveszthetők össze rendeltetésük eltérése és lényegesen jobb paramétereik miatt. A vetítőműszerek:

- távcsöve lényegesen erősebb nagyítású
- irányzási távolsága néhány dm-től a „végtelenig” terjed
- megfelelő érzékenységgű ($\epsilon = 20''$) a libellájuk, ill. a kompenzátoruk

Az optikai vetítőket több szempont szerint csoportosíthatjuk. Lehetnek a vetítési mód szerint:

síkbeli vetítők (pl. Zeiss PZL,), velük a vetítővonal (a függőleges egyenes) csak több távcsőhelyzetben való méréssel állítható elő

- térbeli vetítők (pl. Kern OL) közvetlenül a függőleges egyenest jelölik ki.



5-10. ábra Kern OL libellás vetítő

Az irányzás mód szerint csoportosítva:

- nadír (pl. Leica NL)
- zenit (pl. Zeiss PZL) és
- mindkét irányban (pl. Leica ZNL) vetítők.



5-11. ábra Leica NL szabatos kompenzátoros nadírvetítő

Szerkezeti felépítésük szerint lehetnek:

- libellás (pl. Kern OL)
- kompenzátoros (pl. Zeiss PZL)
- folyadék horizontos (QL) műszerek.

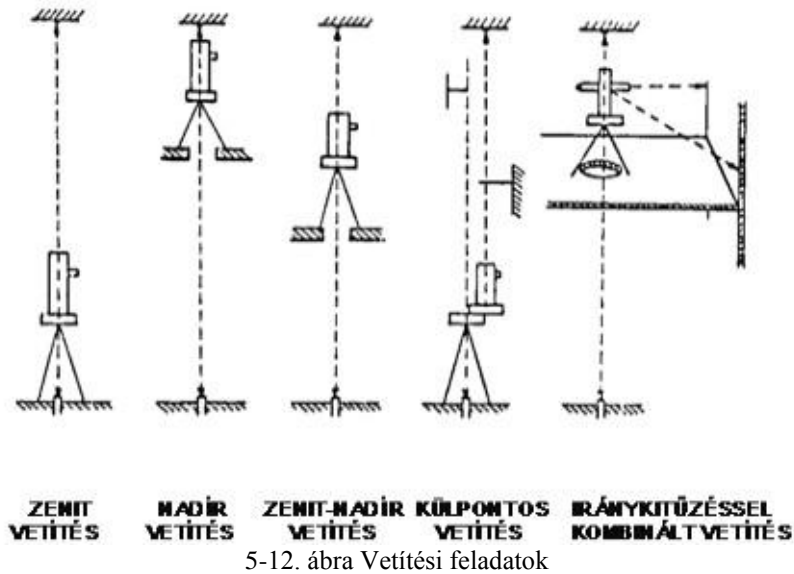
A legfontosabb vetítő műszereket és néhány jellemző paraméterüket Deumlich- Staiger (2002) után az 5.4 táblázatban foglaltuk össze

5-4. táblázat -

Műszer típus	Γ_T	Libella állandó (mp)	Tömeg kg	Hatótávolság m	Egy vetítés pontossága
Libellás műszerek					
Kern OL	22,5	20	3,7	0,8 - 100	1:50 000
Leica GLQ	40			5 - 500	1 : 300 000
Leica ZNL	9	30	2,4	2 - 100	1:30 000
Sokkisha PD 3	20	20	4	1 - 500	1:40 000
Kompenzátoros műszerek					
FG-L 100	32		3,5	2,2 - 100	1:100 000
Leica ZL	24		3,1	0,9 - 100	1:200 000
Leica NL	24		3,0	0,9 – 100	1:200 000
Topcon VS-A1	26		5,4	100	1:200 000

A műszerek nagy része típusának megfelelő kényszerközpontosító műszertalpra helyezhető. Ezzel lehetővé válik az optikai vetítő és valamilyen műszer (teodolit, mérőállomás, akár GPS is) szabatos cseréje. Ez a megoldás jól használható térben tagolt technológiai együttesek szabatos kitűzésére, különböző szinteken létesített (egybevágó) szerelési (mikro) hálózatok kitűzésére).

Néhány alap feladat megoldását mutatja az 5.12 ábra:



5-12. ábra Vetítési feladatok

Az optikai vetítő műszereknek viszonylag egyszerű a szerkezeti felépítése, így műszerhibáik kisszámúak.

Libellás szerkezetű műszerek esetében az igazítottság feltételei:

- az állótengely merőleges legyen az alhidádé libella tengelyére
- az irányvonal párhuzamos legyen az állótengellyel

Az optikai vetítőkkal végzett mérések hibaforrásai lehetnek:

- műszerhibák
- külső körülmények okozta hibák
- a pontjelölés hibái.

Műszerhibák libellás műszereknél:

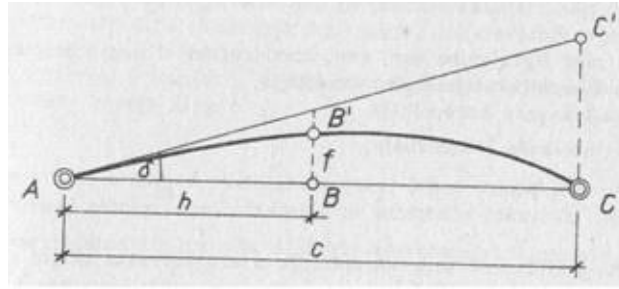
- az irányvonal külponthos az állótengelyhez képest (értéke csekély és elhanyagolható max.: 0,02mm körüli)
- az irányvonal és az állótengely szöget zár be (a hiba több távcsőállásban mérve kijelölhető).

Kompenzátoros műszereknél

- a kompenzátor beállási hibája és
- a zenitsík ferdesége (túlkompenzáció a függőleges síkban)

Hibás műszer a kompenzátoros szintezőműszereknél megismertek szerint csak laboratóriumban igazítható ki.

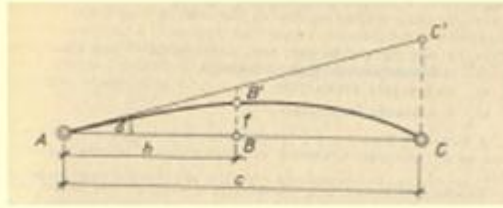
A külső körülmények közül elsősorban az ún. oldalrefrakció hatása a legjelentősebb, hisz gyakran nagy hőmérsékletű felület mellett végzünk vetítéseket (pl. hűtő torony). Hatásának figyelembevételére szolgáló összefüggés:



5-13. ábra Oldal refrakció keletkezése és hatása

A MŰSZER HŐÉRZÉKENYSÉGE

OLDALREFRAKCIÓ



$$BB' = f_{mm} = \frac{0,38 P_{\kappa} (C - h)^2}{(273,2 + t_{\kappa})^2} \nabla t_{\kappa}$$

P_{κ} = KÖZEPES LÉGNYOMÁS (kPa)
 h = A KITŰZÉS TÁVOLSÁGA (m)
 c = A VETÍTÉS TELJES TÁVOLSÁGA (m)
 t_{κ} = KÖZEPES HŐMÉRSÉKLET (°C)
 ∇t_{κ} = A LEVEGŐ HŐM. GRADIENSE (°C/m)

Az optikai vetítőkkel végzett mérésnek, mint **módszernek** az alpműveletei:

- a vetítés és
- a pontjelölés.

Az M1 szabályzat alapján a vetítési pontossági osztályok és az alpműveletek megengedett középhibái:

5-5. táblázat - Vetítés alpműveleteinek megengedett középhibája

Kitűzési pontossági osztály	A vetítés középhibája	A pontjelölés hibája
B	2	1
C	6	4
C, ha $t < 10$ mm	4	2
D	10	4

4.4. • Vízzintes kitűzések módszerei

A vízszintes kitűzések módszereinek kiválasztása függ:

- a rendelkezésre álló alapponthálózatától
- a rendelkezésre álló műszerektől, eszközöktől
- a terepviszonyok, és az építkezési hely környezetétől

Az alapponthálózattal a tantárgy 3. moduljában megismerkedtünk. A kitűzött és meghatározott hálózat adja az alapját a kitűzéseknek. Mindig azt a módszert kell választani, amellyel a feladat gyorsan és gazdaságosan elvégezhető, és tegye lehetővé a kitűzés ellenőrzését.

A kitűzés leggyakrabban előforduló eljárásai:

- kitűzés derékszögű koordinátákkal
- kitűzés poláris koordinátákkal
- kitűzés előmetszéssel
- kitűzés vetítéssel

Kitűzés derékszögű koordinátákkal

Ezt a hagyományos eljárást akkor alkalmazzuk, ha a kitűzés környezetében van

- min. két alappont, vagy
- egy alappont, a róla jól látható tájékozó irányokkal.

Két alappont esetén meg kell vizsgálni, hogy alkalmasak-e mérési vonal kialakítására. Az ordináta kitűzés történhet:

- prizmával (kisebb pontosság, gyors megoldás)
- teodolittal (időt igénylő, szabatos kitűzéseknél alkalmazzuk általában),
- vonalzóval (rövid távolságokra történő kitűzéseknél, pl. gépészeti kitűzések).

A kitűzési adatok számítása a kitűzési hálózatban egyszerű koordinátakülönbség számításra redukálódik

Ha csak egy alappontunk van, de róla tájékozó irányok láthatók, akkor az un. **tájékozott főirányról** történik a derékszögű a **kitűzés**. Tájékozott főiránynak a koordinátatengelyek valamelyikével párhuzamos egyenest nevezünk.

Első lépésben tájékozó irány sorozatot mérünk az álláspontnak kiválasztott ponton (X_A, Y_A), majd kiszámoljuk a középtájékozási szöget. Segítségével számítjuk a főirányra vonatkozó irányértéket pl.:

$$l_{+y \text{ tengely}} = \delta_{+y \text{ tengely}} - z_k$$

Az így számított irányértékre forgatjuk a műszert, a távcső irányvonala párhuzamos a koordinátatengellyel.

A kitűzött irány ellenőrzését feltétlen el kell végezni. Ez megtörténhet úgy, hogy a kitűzött irányon tetszőleges távolságban (pl. 100 méterre) kijelölünk egy pontot. Ezen az új ponton ($X_P=X_A, Y_P=Y_A+100$) mérhetünk újra egy tájékozó irány sorozatot. A tájékozási szögek (közel) azonosságakor az irány kitűzését helyesnek fogadjuk el.

Ha kitűzés közelében találunk már megépült olyan létesítményt, amelynek sarokponti koordinátáit ismerjük, akkor ellenőrzést adhat az is, hogy annak néhány pontját ortogonálisan rámérjük a kitűzött egyenesünkre. A koordináták mérési hibán belüli azonossága esetén is elfogadhatjuk a kitűzött egyenesünk helyzetét.

A módszer látszólagos nehézsége ellenére előnyösen alkalmazható a beruházás pontszegény területén, ha csak hagyományos műszereink vannak. Mérési akadály esetén váltható a kitűzés iránya: Y irány helyett X irányba fordítjuk a mérési vonalunkat (abszcisszák és ordináták egyszerűen felcserélhetők).

Kitűzés poláris koordinátákkal

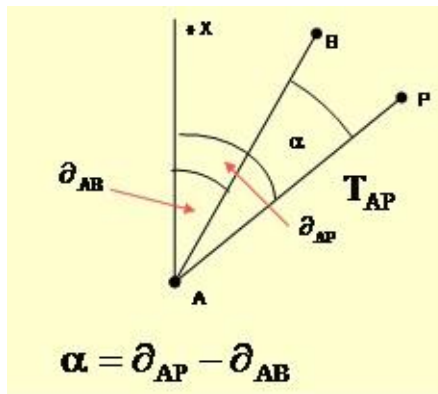
Ha egy állaspontról sok részletpont tűzhető ki, akkor ezt a módszert választjuk. A mérőállomások általános elterjedésével szinte kizárólagos eljárássá vált a mai építési beruházások kitűzésénél. Az alap-, és a kitűzendő részletpontok koordinátáiból irányszöveget és távolságot (poláris koordinátákat) számítunk a kitűzendő pontokra. A kitűzés elemei a pontokra menő irányérték és hossz.

A megoldás változatai:

- az alappontról egy tájékozó irány
- az alappontról több tájékozó irány

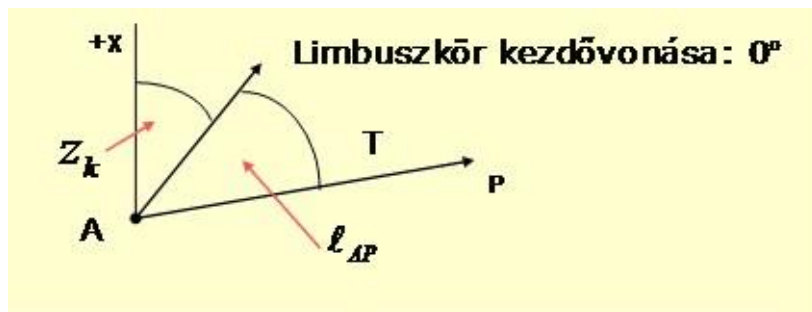
látható-mérhető.

Az első esetben a számított irányszögekben szögműködést képezünk, és az alapirányhoz képest az így számított szögműködéssel fordítjuk el a távcsövet a kitűzendő pont felé, majd kimérjük a távolságot.



5-14. ábra Poláris kitűzés egy tájékozó irány esetén

A második esetben tájékozó irány sorozatot mérünk. A sorozatból számítjuk $z_k - t$, majd az irányokra menő irányértéket (pl. $I_{AP} = \delta_{AP} - z_k$). A folytatás megegyezik az előző módszernél leírt módon.



5-15. ábra Poláris kitűzés több tájékozó irány esetén

Kitűzés előmetszéssel

Egyre ritkábban használt módszer: nehezen hozzáférhető részletpontok esetén, különösen, ha terepakadályok vannak a területen, az alapponttól a kitűzendő pont nagy távolságra vannak.

Módszerei

- belsőszöges előmetszéssel vagy
- tájékozott irányértékkel végzett kitűzés

Szabatos eljárásakor visszavezetjük mérésekre a feladatot. A kitűzött ponthelyet előzetesnek tekintjük, majd újabb pontok (meghatározó irányok) bevonásával pontkapcsolásszerű meghatározás végzünk. A számított koordináták a kitűzött ponthely legvalószínűbb koordinátái. Az adott (tervben szereplő) koordináták és az így számított ponthely koordinátáinak eltéréséből kitűzési méreteket (δ és t) számítunk, s ezzel korrigáljuk az előzetes ponthelyünket.

A mérnökgeodéziai gyakorlatban gyakran nehézséget okozhat az, hogy a a kitűzés tervezése során kiválasztott alappontok felhasználását, akár csak ideiglenesen is, akadályozhatják anyagdepóniák, átmenetileg lerakott fém- vagy beton szerkezeti elemek stb, vagy pontpusztulás. Így az előbb megismert kitűzési módszerek ezek hiányában nem alkalmazhatók, pedig a kitűzési feladat végrehajtása nem tűrhet halasztást. A geodézia korszerű műszereivel ezt az akadályt le lehet küzdeni. Az alappontsűrítési modulban megismerték a megoldást. A mérőállomások beépített programjai közül az ún. szabad álláspont programot (*free station*) kiválasztva, a munkaterülettől távol található alappontok (vagy annak környezetében függőleges felületen elhelyezett főlíák) segítségével a meghatározhatjuk az alkalmasan választott álláspont koordinátáit, ahonnan a kitűzés feladat, akár poláris koordináta kitűzéssel, akár más módszerrel megoldható.

A kitűzött pontok megjelölése, a kitűzés ellenőrzése

A kitűzés mérési műveleteinek befejezése után a kivitelezés megindításához kitűzött pontok egyértelműen megjelölendők (állandósítandók). Adott esetben a kitűzött pontok közelében őrpontokat is célszerű elhelyezni, egyrészt azért, hogy ha a kitűzött pont idő előtt (még felhasználás előtt) elpusztul, eredeti helye újabb kitűzés nélkül kijelölhető legyen. Másrészt pedig azért, hogy ha egy létesítmény valamilyen tévedés folytán nem a tervszerinti helyére került, és ugyanakkor a kitűzött pontok is elpusztultak, a kitűzést végző geodéta az őrpontokból visszaállítható eredeti ponthellyel bizonyítsa, hogy az általa végzett kitűzés hibátlan volt.

Amikor a kitűzés pontosságáról beszélünk, akkor a mérési műveletek tervezett, gondos mérésekkel végrehajtott műveleteinek a pontossága mellett nem szabad elfeledkezni arról, hogy a kitűzött pontokat meg kell jelölni. Ez a művelet alkalmatlan pontjelölés választása esetén lényegesen leronthatja az addigi munkánkat. Ezért szükséges még ezt a témát is megtárgyalni.

A kitűzött pontok megjelölését tehát a kitűzés céljának, a terepviszonyoknak megfelelően kell megválasztani. Terepen általában megfelel az 5x5x50 méretű facövek a tetejébe vert szeggel. Földmunkák kijelölésére elegendő a facövek magában. Szilárd burkolaton (beton, aszfalt) hilti szeg, festés; fémszerkezeten karcolt, hegesztett, fűrt jelek alkalmazhatók. Ezeket a jelöléseket körbefestéssel feltűnővé kell tenni. A felsorolt jelölésekkel a következő táblázatban összefoglalt pontosságot tudunk elérni.

5-6. táblázat - különféle pontjelölésekkel elérhető középhibák

A pontjelölés hibája	A pontjelölés módja
± 1	betonba fémlap, benne fűrt jel (1 mm), falba cementezett, vagy fémszerkezet vízszintes elemébe finoman fűrészelt jel, sima beton felületen karcolt, rajzolt vékony jel
± 2	betonszeg (hilti), mozdulatlan facövekbe-, zsinórállványba vert szeg
± 3	egyenetlen felületen karcolt, rajzolt vonás
± 4	facövek közepe (jelölés nélkül)

A kitűzések ellenőrzése az irodai és a terepi ellenőrzésből tevődik össze. Irodai ellenőrzés az adatszolgáltatással való összevetést, a kitűzési méreteknél az eredetitől független újraszámítást jelenti. Terepen lehetőleg független mérésekkel (a kitűzés pontossági követelményei kielégítve) kell az ellenőrzést elvégezni. Az ellenőrzést a megfelelő munkarészekben az ellenőrzést végző személynek bizonylatolnia kell.

Az ellenőrző mérések módja:

- közvetlen hossz mérés (alappontokkal és egymással összemérjük a kitűzött pontokat)

- egyenesre mérés (egyenes pontjain)
- tájékozó irány sorozat mérése (lineáris eltérés számítása) poláris és előmetszéses kitűzéssel létesített pontokon
- derékszögű kitűzés: alappontokkal összemérve

A mérések végeredménye mindig egy távolság. Az ellenőrzésből nyert távolság és az adott (koordináták, méretadatok alapján számítható) távolság különbsége a tapasztalt kitűzési eltérés. Ezt kell összehasonlítani a megengedett kitűzési eltéréssel. Ha az ellenőrző mérések alapján a kitűzési pontosság követelményeknek nem felel meg, akkor az önálló létesítmények kitűzésekor a kitűzést, csatlakozó létesítmények kitűzésekor a kitűzést és a kitűzést megelőző és követő ellenőrző mérést meg kell ismételni.

5. 5.5 Magassági kitűzések

Magassági kitűzéskor a feladat:

- egy alappontból kiindulva egy megadott szint kitűzése vagy
- a megadott szint közelében megjelölt pont magasságának meghatározása.

A kitűzési feladatot akkor tudjuk szakszerűen és gazdaságosan megoldani, ha azt gondosan előkészítjük. A magassági kitűzések előkészítő munkájaként a kitűzendő magassági értékek terveken feltüntetett geometriai összhangját a vonatkozó terveken kell tanulmányozni. Az alappontok helyszínelésével kezdünk. Meg kell győződni azok mozdulatlanságáról, épségéről. Mérési tervet készítünk, kiválasztjuk a kitűzés helyéhez legközelebb eső olyan alappontokat, amelyekről a kitűzés elvégezhető, mely eldöntjük a szintezés útvonalát. Törekedni kell arra, hogy a mérési útvonal lehetőleg rövid legyen, kerülje az extrém helyeket (erős refrakció, működő nehéz gépsorok). Ki kell választani a pontjelölés módját.

Egy megadott szint kitűzését elvégezhetjük úgy, hogy a közvetlen közelében szintezéssel meghatározzuk egy pont (előre elhelyezett jel) magasságát, majd erről pontról a kitűzendő magasságot valamilyen mérőeszközzel (szintezőléc, mérőszalag) egyszerűen kimérjük és megjelöljük.

Gyakori helyzet, hogy a terepszintnél mélyebben vagy magasabban kell kitűzni, úgy hogy a kitűzés helye és a terepszint közötti magasságkülönbség a szintezőléc hosszát meghaladja. Ilyenkor mérőszalagot használunk. Ahogy a 4. modul 4.5 fejezetében láttuk, ilyen esetben figyelembe kell venni a mérőszalag hibaforrásaiból adódó korrekciókat.

A magasságkülönbség meghatározásának módszerei:

- geometriai szintezés
- trigonometriai magasságmérés (trigonometriai szintezés)
- hidrosztatikai szintezés
 - GPS

A magasságkülönbségeket lehetőleg geometriai szintezéssel kell meghatározni. Nagy magasságkülönbségek gyorsan és gazdaságosan áthidalhatók trigonometriai magasságméréssel is, ha nincsenek szigorú pontossági követelmények. A hidrosztatikai szintezésről eddig még nem volt szó, s alkalmazásáról részletesen majd a 10. modulban tanulunk. Előljáróban csak annyit kell tudni a módszerről, hogy szélső pontosságú mérésekre ($m=0,02-0,03\text{mm}$) alkalmas, de körülményes a használata (sok előkészületet igényel), és korlátozott az egy műszerálláson belül meghatározható magasságkülönbség értéke (10cm). A GPS műszerekkel végzett kitűzések, a meghatározás technikájának a finomodásával, egyre gyakrabban fordulnak elő a mérnökgeodéziai gyakorlatban is.

A magassági kitűzésnek két alpművelete van:

- magasság mérés (az alappont és a kitűzendő pont közti magasságkülönbség meghatározása) és
- pontjelölés.

A 4. modulban megismert műszerekkel kell a magassági kitűzéseket is végrehajtani. A következő oldalon található 5-7. táblázat összefoglalóan tartalmazza a különböző magassági kitűzési pontossági osztályokhoz tartozó alaplóműveleti középhibákat. Ezeknek az értékeknek az ismeretében választhatjuk meg a mérésekhez alkalmas műszereket. Az 5-7. és az 5-8. táblázatok alapján dönthetünk a pontjelölés módjáról.

Az E osztályba tartozó feladatok megoldásához szabatos műszereket kell alkalmazni. A többi feladathoz bármely szintező műszer választható. Meg kell jegyezni, hogy a H osztályba sorolható feladatok esetén a trigonometriai magasságmérés is célravezető. Sőt egyes esetekben a trigonometriai szintezés a szabatos méréseket megközelítő pontossággal végezhető el.

A magassági kitűzések pontossági mérőszámai:

A kitűzésre alkalmas módszerek közül a szintezés pontossági vizsgálatán keresztül tekintjük át a témát. Egyetlen oka van: ez a módszer az építési beruházások geodéziai munkáiban a ma még legáltalánosabban alkalmazott módszer.

A szintezés hibái a műszer-, a szintezőléc-, és a mérés során elkövetett egyéb hibákból keletkezhetnek.

Tudjuk, hogy a méréseinket, így a kitűzéseket is, szabályos és szabálytalan hibák terhelik, de a pontosság szempontjából nem elhanyagolható az észlelő gyakorlottsága sem (személyi hibák).

Hibák származnak a műszer igazíthatatlanságából (irányvonal ferdeség), a szintezőléc osztáshibáiból, a lécc tartásának hibáiból. A hibák egy része a szintezés szabályainak szigorú betartásával, egy része számítással kiküszöbölhető vagy legalábbis csökkenthető. A szintezésnél keletkeznek véletlen jellegű (szabálytalan) hibák is, amelyek hatása meghatározó a pontosság szempontjából. Értékük a gyakorlati tapasztalatok szerint (a gyakorlatban szokásos lécc-műszertávolság mellett), ugyanazon műszer, és észlelő esetén arányos a lécc-műszertávolsággal.

Induljunk ki tehát az egy műszerálláson belüli magasságkülönbség (Δm) meghatározásának m_0 középhibájából. m_0 értéke a felhasznált műszertől és az alkalmazott léctől függ, és a tapasztalati adatok szerint:

5-7. táblázat - egy műszerállásban meghatározható magasságkülönbség középhibája

szabatos műszer, invárbetétes lécc	$m_0 = 0,2 \text{ mm}$
mérnöki pontosságú műszer, mm osztású falécc	$m_0 = 0,5 - 1,0 \text{ mm}$
mérnöki pontosságú műszer, cm osztású falécc	$m_0 = 1 - 2 \text{ mm}$
Kis pontosságú műszer, cm osztású falécc	$m_0 = 2 - 3 \text{ mm}$

Kitűzéskor az egyes műszerállásokban mért Δm -t azonos megbízhatóságúnak tekinthetjük, ekkor a hibaterjedés törvénye alapján a j -edik pont magasságának m_j középhibáját (a priori hibáját, amit a tervezéshez használhatunk), a kiinduló magassági alapponthoz képest, a következő módon írhatjuk fel:

$$m_j = m_0 \sqrt{j}$$

Ez egy jól használható, de közelítő érték, mert eltekintettünk a magassági záróhibától. Ha szabatosan akarjuk megtervezni értékét, akkor a következő kifejezést használhatjuk:

$$m_j = m_0 \sqrt{q_{jj}}$$

a gyök alatt a pontot jellemző súlykoefficiens van, értéke számítható a :

$$q_{jj} = \frac{j(n+1-j)}{n+1}$$

j = a vizsgált pont sorszáma a szakaszon belül, n = az összes kitűzendő pont száma. A választott műszer és a mérés körülményei (álláspontok száma) ismeretében a mérés tervezhető. Ezt az értéket kell összehasonlítani a feladat tervezett, vagy előírt pontosságával (lásd 5.7 táblázat). Az eljárás lefolytatása a vízszintes kitűzéseknél bemutatott módon történik (15. oldal). A mérések szükséges ismétlés száma az oda-vissza mérések ismétlésére vonatkozik.

A kitűzések pontossági előírásai (az **M1 Szabályzat** alapján)

5-8. táblázat - Magassági kitűzés alapműveleteinek megengedett középhibái

	E	F	G		H	
			I	II.	I.	II.
pontjelölés	0,2	0,2- -0,5	0,5	1	1	2
mérés	0,3	1	3,0	2,5	4	3

értékek mm-ben értendőek.

A kitűzéshez hozzátartozik a kitűzött pont megjelölése is. A két művelet együtt adja a magasságilag kitűzött pont ponthibáját.

$$m_{\text{ponthiba}} = \sqrt{m_{\text{mérés}}^2 + m_{\text{pontjelölés}}^2}$$

A pontjelölés tapasztalati adatait (amit a kitűzések tervezéséhez használhatunk fel) a következő táblázatból vehetjük ki.

5-9. táblázat - különböző magassági pontjelöléssel elérhető középhiba

m_p	Pontjelölés módja
0,2	szabatos falicsap, gomb esetleg betonszeg (hilti)
0,6	facövek gömbölyű fejű szöggel
1	sima felületbe karcolt vékony vonás
2	érdes felületen karcolt jel, rajzolt vonás, facövek szeg nélkül

A kitűzött pontok megjelölése és a kitűzés ellenőrzése

Ha a kitűzéskor a tervben megadott szintet (pontot) kell kijelölni, akkor ez a mérésekkel egyidejűleg történik. Ha a kitűzéskor nem a tervezett szintet kell megjelölni, vagy a környezet miatt ez nem tehető meg, akkor a kitűzendő részletek közelében magassági alappontot létesítünk, amit még a mérések előtt kell elhelyezni. A pontjelöléseket a fenti táblázat tartalmazza. Természetesen más pontjelölések is készíthetők, a lényeg, hogy ezek egyértelműek legyenek és a legalább a kivitelezés megindulásáig fennmaradjanak.

A kitűzött magassági pontokat meg kell számozni. A számozást önálló létesítményenként célszerűen 1-gyel kezdődően folyamatosan számozni. A pontok számát a pontok mellett, alkalmas felületen, időálló festéssel meg kell jelölni. Ha a kivitelező úgy kívánja, akkor a kitűzött szint (pont) magasságát is hasonló módon feltüntethetjük.

A kitűzések megbízhatóságának ellenőrzése céljából néhány nem azonos alappontról, vagy nem azonos időben és műszerrel a különböző módszerrel kitűzött pontokat össze kell mérni, majd képezni kell az ellenőrző mérésből kapott és az eredeti kitűzéshez tartozó magasságok különbséget.

Az előre megjelölt pontok ellenőrzésére szolgálhat oda-vissza szintezéssel meghatározott magasságok különbsége. Az adott magasságú pontok (szintek) magasságát végleges megjelölésük után vonalszintezéssel meg kell határozni. A vonalszintezéskor a kitűzött pontokat kötőpontként kell felhasználni. Képezni kell az adott magasságú pontok (szintek) tervezett és tényleges magasságkülönbségét.

6. 5.6 Összefoglalás:

Ebben a modulban a mérnökgeodéziai munkák közül a vízszintes és magasság kitűzéseket ismertük meg. A kitűzési munkák sajátosságainak rövid ismertetése után a kitűzési munkák szervezésének és rendjének szintén rövid összefoglalója következett. Ezután a kitűzések pontossági követelményeit vizsgáltuk az építési pontossági követelményekkel (építési tűrésekkel) összefüggésben. A vízszintes kitűzések alapműveleteit tárgyaló részben a tanulmányaikban eddig már megismert kitűzési módszereket a mérnökgeodézia szemszögéből ismertettük, és egyúttal megismerkedtünk egy új, az általános geodéziai gyakorlatban nem használt módszerrel, a vetítéssel. A vízszintes kitűzések módszereit követően a magassági kitűzéseket tekintettük át. Ezeken a részekben belül a kitűzések ellenőrzését, a kitűzött pontok megjelölését is tárgyaltuk.

Önellenőrző kérdések:

1. Mi a mérnökgeodéziai kitűzések célja? (3. oldal)
2. Mit jelent a térbeli elhelyezési kitűzés? (3. oldal)
3. Mit jelent a szerkezeti kitűzés? (3. oldal)
4. Célját tekintve, hogy osztályozhatjuk a mérnökgeodéziai kitűzéseket? (4. oldal)
5. Mi jelent az előzetes kitűzés? (4. oldal)
6. Mit jelent a végleges kitűzés? (4. oldal)
7. Ismertesse a kitűzési munkák rendjét! (5. oldal)
8. Mit kell tennünk a kitűzés előkészítése során? (6. oldal)
9. Határozza meg a megengedett kitűzési eltérést! (9. oldal)
10. Milyen kapcsolatban van a megengedett kitűzési eltérés az építési tűréssel? (10. oldal)
11. Ismertesse a szabatos hosszkitűzés végrehajtását! (13. oldal)
12. Sorolja fel a az acél mérőszalaggal végzett hosszkitűzések szabályos hibáit! (13. oldal)
13. Sorolja fel a szögkitűzés módszereit! (16. oldal)
14. Ismertesse a szabatos szögkitűzés végrehajtását! (17. oldal)
15. Sorolja fel a vetítés módszereit! (19. oldal)
16. Sorolja fel az optikai vetítés megoldásait! (19. oldal)
17. Milyen szempontok szerint csoportosíthatjuk az optikai vetítőműszereket? (24-25 oldal)
18. Mit nevezünk a mérnökgeodéziai gyakorlatban tájékozott főiránynak, hogyan történik a róla való kitűzés? (28. oldal)
19. Hogyan határozható meg a magassági kitűzés előzetes középphibája? (35. oldal)
20. Hogyan számítható a magasságilag kitűzött pont ponthibája? (35. oldal)

..... számú			
kitűzési—átadási jegyzőkönyv			
Készült, 19	Kapják: Beruházó Kivitelező Tervező Kitűző		
<i>Jelen vannak:</i>			
A kitűzést végezte:			
<i>Tárgy:</i>			
<i>Eljárás:</i> A kitűzést végző szerv megbízottja a helyszínen átadja a jegyzőkönyv mellékletét képező vázlaton, illetve a kivitelező vállalat birtokában levő számú keltű által készített terven feltüntetett a vízszintes kitűzési pontossági osztály előírásainak megfelelő kitűzött pontokat, szám szerint darabot, melyeket módon állandósítottak. A kitűzött pontok koordinátái a rendszerben értendők.			
Átadja továbbá a mellékleten feltüntetett a magassági kitűzési pontossági osztály előírásainak megfelelően kitűzött pontokat, szám szerint darabot, melyeket módon állandósítottak, továbbá darab felhasználható magassági alap-pontot. A pontoknak a mellékleten feltüntetett magassága a alapszintre vonatkozik.			
Jelen kitűzési jegyzőkönyv az építési napló oldalán tett bejegyzés tartozéka.			
A kitűzés helyes kiviteléért a kitűző 24 óráig szavatol, miután a kitűzött pontok eredeti helyén való megőrzésére befolyást gyakorolni nem tud. Ez idő alatt kell átvevőnek az esetleges műszaki észrevételeket is megtenni. A kivitelező vállalat tartozik a kitűzést azonnal megfelelően biztosítani, zsinórállvány, betonkaró stb. segítségével. Ennek megtörténtét, illetve a tett intézkedéseket az építési naplóba haladéktalanul köteles bevezetni.			
A kitűzött pontok a létesítmény térbeli egyértelmű elhelyezését jelölik. A tervről leolvasható további részletpontok kitűzése vízszintes és magassági értelemben a kivitelező vállalat feladata.			
A létesítmény részletes (pallér) kitűzése során kizárólag a most átadott kitűzött pontokra kell támaszkodni. A kitűzés helyessége a jegyzőkönyvben megadott rajzszámú tervre vonatkozik. Amennyiben kivitelező a kitűzés megtörténte után újabb módosított tervet kap és annak méretei a kitűzési méretekkel nem azonosak, ezt a körülményt a tervezőnek azonnal be kell jelentenie és az eltérő méretű tervnek a kitűzéshez viszonyított elhelyezését kell kérnie. Ugyanígy kell eljárnia bármilyen észlelhető rendellenességnél is. Tilos a kitűzött pontokat, vagy a létesítmények elhelyezését, a generáltervező közbejötté nélkül megváltoztatni.			
Jelen jegyzőkönyvet és mellékleteit kivitelező köteles az építési napló mellékleteként kezelni.			
1 db melléklet.	k. m. f.		
.....		
tervező	altervező	beruházó	kivitelező

Irodalomjegyzék

Ágfalvi M.: *Mérnökgeodézia I*, EFE FFFK, Székesfehérvár, 1994.

Ágfalvi M.: *Földmérés V.*, FVM Agrárszakoktatási Intézet, Budapest, 2000.

Detrekői Á. – Ódor K.: *Ipari geodézia I-II*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.

Deumlich F. - Staiger R.: *Instrumentenkunde der Vermessungstechnik*, Wichmann Verlag, Heidelberg, 2002.

Köppke H.: *Untersuchung des Präzisionszenitlotes sowie von Zieleinrichtungen für Lotungsmessungen im FS – und UKW Turm Berlin*, Vermessungstechnik, Berlin, 1967.

M1 Szabályzat, MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal, Budapest, 1975.

Török I.: *Hosszmérés az ipari geodéziában*, Geodézia és Kartográfia, Budapest, 1965.