

Geodézia 5.

Vízszintes mérések alapműveletei

Tarsoly, Péter, Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar
Tóth, Zoltán, Nyugat-Magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar

Geodézia 5.: Vízsíntes mérések alpműveletei

írta Tarsoly, Péter és Tóth, Zoltán

Lektor: Homolya , András

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 vízszintes mérések alpműveleteit tárgyalja. Ezen az eljárások egy része a korszerű elektrooptikai távmérők megjelenéséig alapvető fontosságú volt a terepi geodéziai méréseknél. Jelentőségük azóta csökkent, de fontosnak tartjuk tárgyalásukat.

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

Tartalom

5. Vízszintes mérések alapműveletei	1
1. 5.1 Bevezetés	1
2. • A vízszintes mérések feladatai	1
3. 5.3 Egyenes vonalak kitűzése	1
3.1. 5.3.1 A kitűzőrúd	2
3.2. 5.3.2 Egyenes vonalak kitűzése beintéssel vagy beállással	2
4. 5.4 Távolságok meghatározása	3
5. 5.5 Állandó nagyságú szögek kitűzése	5
6. 5.6 Derékszögű koordinátamérés	7
7. 5.7 Derékszögű kitűzési méretek meghatározása	11
8. 5.8 A vízszintes szögmérés módszerei	12
8.1. 5.8.1 Az iránymérés	12
8.2. 5.8.2 Az egyszerű szögmérés	15
8.3. 5.8.3 Poláris részletmérés	16
9. 5.9 A magassági szögmérés módszerei	16
10. 5.10 A vízszintes és magassági szögmérés eredményeinek előzetes feldolgozása	17
11. 5.11 Mérési jegyzet, mérési vázlat, tömbrajz	17
11.1. 5.11.1 Mérési jegyzet	17
11.2. 5.11.2 Mérési vázlat	18
11.3. 5.11.3 Tömbrajz	20
12. 5.12 Összefoglalás	21

5. fejezet - Vízsintes mérések alapműveletei

1. 5.1 Bevezetés

Jelen modul a Geodézia tárgy egyik modulja. Az itt következő ismeretek megértéséhez javasoljuk, hogy olvassa el a Geodézia tárgy korábbi moduljait is. Ez a modul a karunk gondozásában megjelent Csepregi Szabolcs – Gyenes Róbert - Tarsoly Péter (2009): Geodézia I. jegyzet megfelelő - 7. A vízszintes mérések alapműveletei, írta: Tarsoly Péter- fejezetének átszerkesztett, átdolgozott változata.

Ebből a fejezetből megismerheti:

- a derékszögű koordinátamérés elméleti alapjait, gyakorlati végrehajtását,
- egyenesek kitűzésének módszereit,
- a vízszintes- és magassági szögmérés módszereit.

A fejezet elsajátítása után képes lesz:

- a derékszögű koordinátamérés,
- a vízszintes- és magassági szögmérés végrehajtására.

2. • A vízszintes mérések feladatai

A vízszintes mérés feladata, hogy a **földi pontok vízszintes vetületét egymáshoz viszonyítva meghatározza, a pontokat és a pontokkal jellemzett alakzatokat ábrázolja**, továbbá a **tervezett létesítmények előre meghatározott helyét a terepen kijelölje**. Az első feladatot felmérésnek, a másodikat térképezésnek, a harmadikat pedig kitűzésnek nevezzük.

A földi pontok a terepen meglévő, illetve kijelölt idomok alakjelző pontjai. Ezeket a pontokat részletpontoknak nevezzük. A részletpontokat az alappontokra támaszkodva határozzuk meg. A vízszintes mérések tehát két nagy csoportra oszthatóak: az **alappontok** és a **részletpontok** meghatározására. A vízszintes méréseknél először a meghatározandó pontokat meg kell jelölni, majd azok relatív helyzetét mérésekkel meg kell határozni. A mérési eredményekből számítással határozzuk meg a pontok helyét jellemző koordinátákat. A vízszintes mérések a következő alapműveletekből tevődnek össze.

- Pontok megjelölése
- Egyenes vonalak kitűzése
- Állandó nagyságú szögek kitűzése
- Távolságok meghatározása
- Szögek mérése

A pontok jelöléséről már egy korábbi modulban volt szó, így most folytassuk a leírást az egyenes vonalak kitűzésével.

3. 5.3 Egyenes vonalak kitűzése

A vízszintes mérések szempontjából a **függőleges sík és az egyenes vonal ekvivalens fogalmak**. Ha például két, függőlegesen álló kitűzőrudat tűzünk le, akkor azok egy függőleges síkot, de egyben egy egyenest is kijelölnek. Egyenesek kitűzése alatt azt a műveletet értjük, amelynek során az egyenes két végpontját összekötő egyenes vonalon – vagy a végpontok között, vagy valamelyik végpont kihosszabbításán – egy vagy több további pontot jelölünk meg. A műveletnek két alapesete van: a beintés és a beállítás.

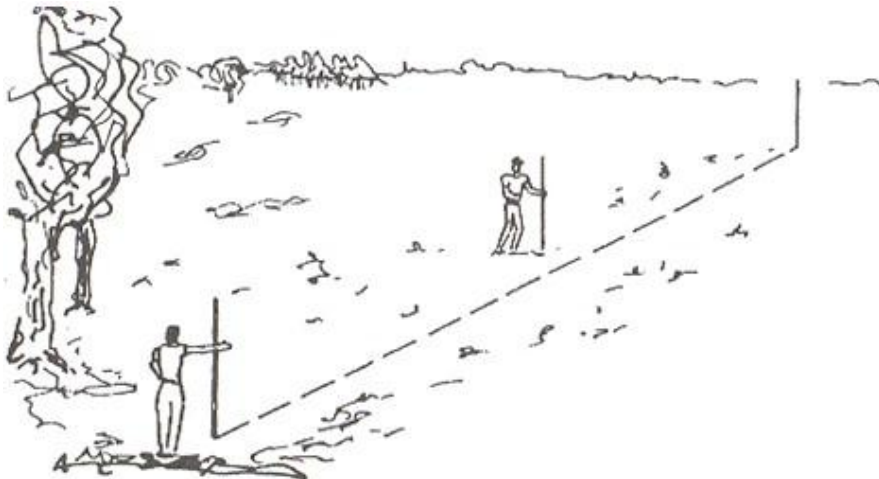
3.1. 5.3.1 A kitűzőrúd

A legegyszerűbb iránykitűző eszköz a kitűzőrúd, amellyel nemcsak a megírányzandó pontot jelölhetjük meg, hanem kitűzhetjük a két kitűzőrúddal már kijelölt egyenes szakasz közbülső pontjait vagy az egyenes szakasz folytatását. A kitűzőrúd 3-6 cm átmérőjű kör vagy háromszög keresztmetszetű, 2-3 m hosszú egyenes fém-, műanyag, vagy impregnált farúd. A kitűzőrúd egyik végét kemény hegygel látják el, a másik végét gyakran további kitűzőrúd csatlakoztatására, több kitűzőrúd összeillesztésére alkalmasra készítik. Általában 20 vagy 50 cm közökben váltakozva piros-fehérre, vagy fekete-fehérre festik, hogy messziről is látható legyen. A jelzőrudat kétféleképpen használjuk: vagy a földbe szúrva vagy a pont fölé helyezve. Mindkét esetben a rúdnak függőlegesnek kell lennie. A jelzőrúd függőlegesé tételét vagy függővel végezzük, vagy két egymásra merőleges irányból kell nézni, hogy a rúd függőleges-e, de megoldás lehet a karóállító libella használata is. Kemény talajon vagy betonon elterjedt a csíptetős állvány vagy a háromlábú vasállvány használata.

3.2. 5.3.2 Egyenes vonalak kitűzése beintéssel vagy beállással

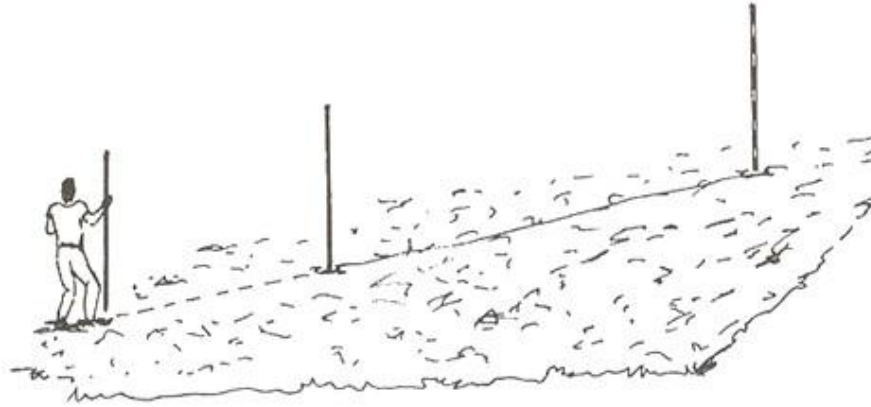
Beintéskor a kitűzést irányító személy **nem tartózkodik a kitűzendő ponton**, míg **beállskor a kitűzendő ponton** végrehajtott művelettel **ő maga végzi el a pont kitűzését**. Az egyenesek kitűzése kisebb pontossággal különféle egyszerű eszközökkel (kitűzőrúddal, zsineggel, huzallal, szögprizmával), szabatosan pedig teodolittal vagy mérőállomással végezhető el.

Beintéskor, miután az egyenes két végpontját egy-egy jelzőrúddal megjelöltük, elmegyünk az egyenes valamelyik végpontja mögé mintegy 5-6 méterrel. A beintendő rudat a segédmunkás az egyenes megfelelő helyén függőlegesen lógatva tartja (5-1. ábra). A két végpont érintősíkján átnézve addig intjük, irányítjuk a beintendő rudat, amíg annak széleit fedésbe nem látjuk a két végponttal. **A beintést mindig a tőlünk legtávolabbi rúddal kell kezdeni.**



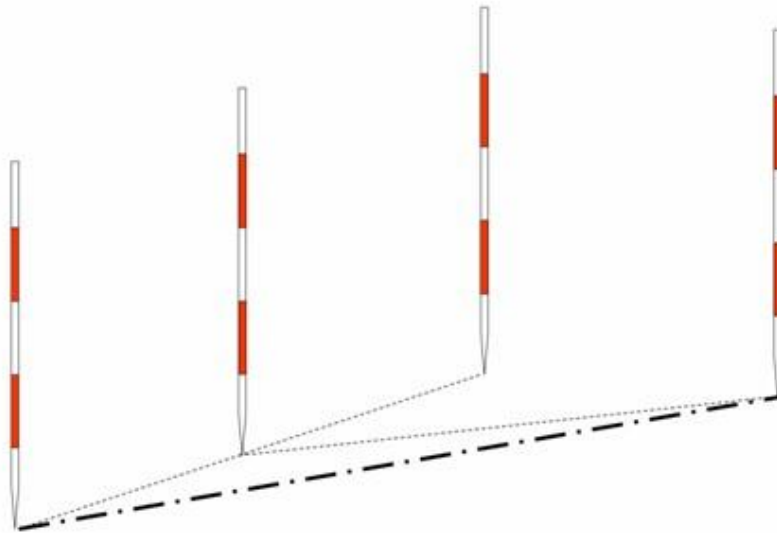
5-1. ábra A beintés művelete (Csepregi,2000)

Ha a kitűzendő pont az egyenes meghosszabbításában van, és nem törekszünk szélső pontosságra, akkor a feladatot egyenesbe állással is megoldhatjuk. Ekkor a beállítandó kitűzőrudat magunk elé tartva könnyedén lógatjuk a levegőben, és addig visszük jobbra vagy balra, amíg a széleit a két végpont érintősíkjában nem látjuk (5-2. ábra). **A kitűzést egyenesbe állásnál mindig a legközelebb álló rúddal kell kezdeni.**



5-2. ábra Az egyenesbe állás művelete (Csepregi,2000)

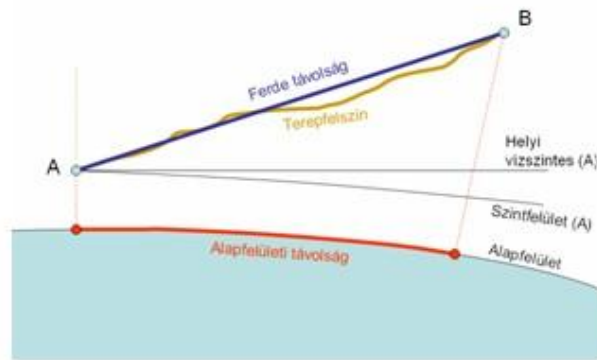
Egyenesek közbülső pontjainak a kitűzését végezhetjük fokozatos közelítéssel is abban az esetben, ha valamilyen ok miatt nem tudunk elmenni a két végpont mögé, vagy terepakadály miatt a beintés nem végezhető el közvetlenül. Ebben az esetben mindig két rudat kell használni. Az egyiket közelítőleg az egyenesbe állítjuk, és mögüle nézve a másik kitűzőrúd beinthető a végpont és az első rúd egyenesébe. Majd a másik végpont és az utólag beintett rúd egyenesébe az első rudat intjük be. Ezt a folyamatot addig kell ismételni, ameddig a kitűzőrudak egymás mögül szemlélve egy egyenesbe nem esnek (5-3. ábra).



5-3. ábra Egyenes kitűzése fokozatos közelítéssel (Gyenes, 2005)

4. 5.4 Távolságok meghatározása

Két pont távolságán a két pont összekötő egyenesén mért hosszúságot értjük. Ezt ferde távolságnak nevezzük. A vízszintes méréseknél a térszíni pontok természetes vetületét az alapfelületen összekötő legrövidebb vonal hosszúságára van szükségünk. Két alapfelületi pontot összekötő végtelen sok felületi görbe közül azt, amelyiknek a két pont közé eső ívhossza a legkisebb, geodéziai vonalnak nevezzük. Két térszíni pont természetes vetületét az alapfelületen összekötő geodéziai vonal hosszúságát a két pont alapfelületi távolságának nevezzük (5-4. ábra).



5-4. ábra alapfelületi távolság értelmezése (Gyenes, 2005)

A terep felszínén végrehajtott méréseink a ferde távolságot eredményezik. A ferde távolságból számításokkal kell levezetnünk az alapfelületi távolságot, **a mért hosszakat redukciókkal kell ellátnunk**. A ferde távolságból először redukálással a vízszintes távolságot, majd az alapfelületi távolságot tudjuk számítani. A redukáláshoz ismernünk kell a mért távolság, mint térbeli irány magassági vagy zenitszögét, továbbá az átlagos tengerszint feletti magasságot.

A távolságot **közvetlen vagy közvetett módszerrel** tudjuk meghatározni. **Közvetlennek** mondjuk az olyan mérést, amelynél a távolságot ismert hosszúságú mérőeszköznek a vonalon való ismételt végigfektetésével kapjuk meg. Ezt a módszert **hosszmérésnek** nevezzük, és napjainkban leggyakrabban használt eszköze a mérőszalag. A geodéziai gyakorlatban kézfogantyús, keretes, 20-50 méter hosszúságú mérőszalagokat alkalmaznak. Szélességük 12-20 mm, vastagságuk 0.3-0.4 mm, anyaguk pedig műanyag, üvegszál, acél vagy invárcél. Ez utóbbit nagyobb pontosságú méréseknél használjuk, ugyanis ezek hőtágulási együtthatója kicsiny, így hőmérséklet okozta hosszváltozásuk elhanyagolható. Minden mérőszalaghoz általában tartozik egy 11 szegből és két fémkarikából álló jelzőszeg készlet.

A szalagmérés a mérendő távolság két végpontját összekötő egyenes kitérésével kezdődik. Kisebb pontosságú mérésnél kb. 50-100 méterenként kitézőrudakkal, szabatos szalagmérésnél zsinórral vagy teodolittal és legalább a mérőeszköz hosszának megfelelő távolságokban jelöljük meg az egyenes közbülső pontjait. Kisebb pontosságú mérésnél az egyenes kitérése után két mérőszemély kihúzza a szalagot. A hátsó a szalag végét közelítőleg a kezdőpontra illeszti és a szalag másik végét az egyenes vonalába beinti. Az elől lévő a szalag végének lehelyezése előtt a szalagot egyenesre igazítja, csapatja, hogy az egész hosszában az egyenesbe illeszkedjen. Ezután a hátsó a szalagot pontosan a kezdőpontra illeszti, az elől lévő megfeszíti és a végvonásnál egy jelzőszeget szúr a talajba. Ezután az előző lépések szerint addig haladnak előre, amíg a távolság végpontját el nem érik. Közben az elmaradó jelzőszegeket a hátul lévő ember a nála lévő üres karikára fűzi. Amikor a mérendő távolság végpontja az utoljára leszúrt mérőszeghez illesztett mérőszalag hosszán belülré került, leolvassuk a távolság végpontjának a helyét a szalagon. Ez a maradék leolvasás. A teljes szalagfekvések száma megegyezik a hátul lévő ember karikáján lévő szegek és a földben lévő szeg összegével. A mért ferde távolságot megkapjuk, ha a mérőszalag hosszát megszorozzuk a teljes szalagfekvések számával és ezt összevonjuk a maradék leolvasással. Nagyobb pontosság elérése érdekében a távolságot két irányban, oda-vissza szokás megmérni.

A hosszúság közvetett megmérést **táv mérésnek**, eszközeit **táv mérőknek** nevezzük. A távmérést az jellemzi, hogy nem magát a keresett távolságot, hanem vele összefüggésben lévő más mennyiséget mérünk meg, és a keresett távolságot azután a megmért mennyiséggel fennálló összefüggésből számítjuk ki. Aszerint, hogy a keresett távolsággal összefüggő milyen mennyiséget mérünk meg, a távmérési eljárásokat két fő csoportra osztjuk:

1. távmérés geometriai alapon
2. távmérés fizikai alapon.

A geometriai távmérés alapelve bármely mérési módszer esetén visszavezethető egy vagy két háromszög megoldására. Tétélezzünk fel egy ABP háromszöget, amelynél az AP háromszögoldal hosszát, mint távolságot szeretnénk meghatározni. Ha ismerjük az AB háromszögoldal hosszát, valamint a rajta, mint alapon fekvő két

szöget, akkor a vele szemben lévő P pontnál lévő szög, majd ezt követően az AP oldal hossza számítható. Ezt a módszert korábban gyakrabban használták a mindennapi mérnöki gyakorlatban olyan pontok távolságának meghatározására, amelyekhez közvetlen hossz-méréssel nem lehetett hozzáférni. A háromszög megmért oldalát **alaponalnak**, vagy más néven **bázisnak** nevezzük, az alapvonalal szemközti szöget pedig **táv-mérő szögnek**, vagy más néven **parallaktikus, diasztimométeres szögnek**.

Az alapvonal lehet **földön kitűzött** (rendszerint hosszabb) vagy **műszeren lévő** (viszonylag rövid), és helyzete alapján lehet **vízszintes vagy függőleges**. **Belsőnek** nevezzük, ha egyik végpontja az a pont, amelyről a táv-mérést végezzük (tehát ahol a táv-mérő műszer áll), **külsőnek** pedig akkor, ha az alapvonal egyik végpontja azonos a meghatározandó távolság másik végpontjával. Ezen az alapon megkülönböztetünk:

1. belső alapvonalú táv-mérőket és táv-mérési eljárásokat
2. külső alapvonalú táv-mérőket és táv-mérési eljárásokat.

További osztályozási lehetőséget nyújt az a körülmény, ha valamely táv-mérési eljárásban a táv-mérőszög állandó, akkor az alapvonal hossza a meghatározandó távolságtól függően változik, ha pedig az alapvonal hosszát vesszük állandónak, akkor a táv-mérőszög változó. E szerint vannak:

1. állandó táv-mérőszögű, változó alapvonal hosszúságú táv-mérők és táv-mérési eljárások,
2. változó táv-mérőszögű, állandó alapvonal hosszúságú táv-mérők és táv-mérési eljárások.

Az első esetben a táv-mérési eljárás az állandó táv-mérőszöghöz tartozó alapvonal hosszának a meghatározásából, a második esetben pedig az állandó alapvonalhoz tartozó táv-mérőszög meghatározásából áll. A gyakorlati méréseknél a háromszög egyik szögét célszerűen 90° -nak választották.

A **fizikai alapú távolságmérések**re elektromágneses hullámokat használunk. A távolság egyik végpontján elhelyezett energiaforrás (adóberendezés) hullámokat bocsát ki, a távolság másik végpontján elhelyezett visszaverő-berendezés, pedig a hullámokat visszaveri az adó felé. Ha az adót felszerelik olyan berendezéssel is, amelyik alkalmas a hullám által oda-vissza meg tett utat meghatározó valamilyen fizikai jellemző (például az út megtételéhez szükséges időnek, vagy a kibocsátott és visszaérkezett hullám fáziseltolódásának stb.) mérésére, a berendezés táv-mérésre alkalmassá válik.

A fizikai alapú táv-mérőkészülékeket a felhasznált elektromágneses hullámok hossza szerint két csoportba sorolhatjuk. Az elsőbe tartoznak a fényhullámokkal működő készülékek, vagy más néven **elektrooptikai táv-mérők**, a másodikba pedig azok, amelyek cm-es hullámhosszúságú mikrohullámokat használnak. Ez utóbbit **rádiótáv-mérésnek** nevezzük.

Az elektrooptikai táv-mérés esetén a hullámhossz mikrométer nagyságrendű, az infravörös sugárzás tartományába esik. Két alapvető típusa alakult ki:

1. időméréses táv-mérés: amelynél a mérőjel kétszeres futási idejét mérjük meg
2. fázisméréses táv-mérés: amelynél a kibocsátott és beérkező mérőjel fázisát (rezgésállapotát) mérjük, majd ezt a ciklusszámot távolsággá alakítjuk.

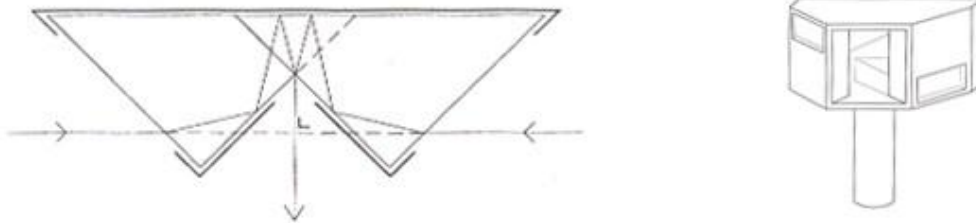
Az elektrooptikai táv-mérő berendezésekkel, valamint a különböző táv-mérési módszerekkel, a mért eredmények redukálásával részletesen fogunk foglalkozni a Geodézia II, és a Geodéziai hálózatok című tantárgyakban.

5. 5.5 Állandó nagyságú szögek kitűzése

Vízszintes szögek kitűzésére minden szögmérő műszer alkalmas, mégis szerkesztettek olyan egyszerű szerkezetű külön műszereket is, amelyekkel csak egy bizonyos, állandó nagyságú szöget lehet kitűzni. Ezekkel az egyszerű **szögkitűző eszközökkel** 90° - 180° és 45° -os szögeket lehet kitűzni. A szögkitűző műszereket két nagy csoportba lehet osztani: **dioptrás és tükröző műszerekre**. Ezeket az eszközöket ma már csak elvétve alkalmazzák a gyakorlatban, ezért részletes ismertetésüktől eltekintünk, leírásuk megtalálható bármely régebbi szakirodalmi műben. Ebben a fejezetben egyedül a tükrös szögkitűző műszerek egy fajtájával, a szögprizmák közé tartozó kettős szögprizmákkal fogunk röviden megismerkedni.

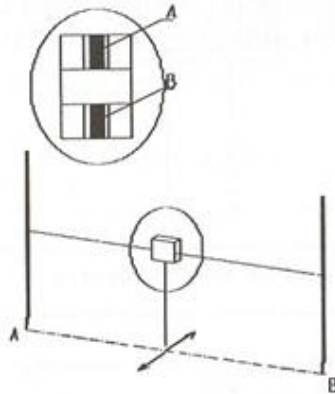
A **kettős szögprizmák** olyan műszerek, amelyekkel az egyenes közbülső pontjainak a kitűzése egyenesbe állással, illetve egy az egyenesen kívül fekvő pont merőleges talppontjának a megkeresése segéd-rúd nélkül megvalósítható.

Kettős szögprizmát úgy állíthatunk elő, hogy két prizmat megfelelő elrendezésben egymás fölé helyezünk. A két prizma nem fekszik közvetlenül egymáson, hanem köztük kb. 1.5 mm-es rés van, amelyen keresztül az egyenesre merőleges irányban nézhetünk. A kettős szögprizmák Magyarországon legjobban elterjedt fajtája a MOM-féle duplex prizma, melynek sematikus felépítését és sugármenetét mutatja az 5-5. ábra.

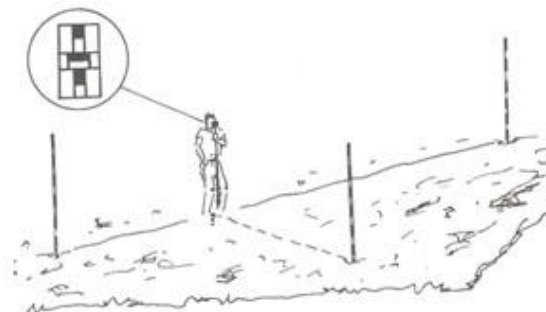


5-5. ábra A MOM-féle duplex prizma sematikus felépítése és sugármenete (Csepregi, 2000)

A szögprizmákat **vetítőbotra szerelve** használjuk. A prizma látómezeje függőleges irányban három részre osztható. Az alsó és felső részben az egyenes két végpontján lévő kitűzőrudak láthatók kicsinyített képként, míg középen valódi nagyságban az egyenesre merőlegesen elhelyezett kitűzőrúd szemlélhető (5-6. ábra). Kettős szögprizmákkal két művelet végezhető el: az egyenesbe állás és a talppontkeresés. A derékszög kitűzése ez utóbbi műveletnek az inverze.



5-6. ábra Egyenesbeállítás és talppontkeresés művelete (Csepregi, 2000)



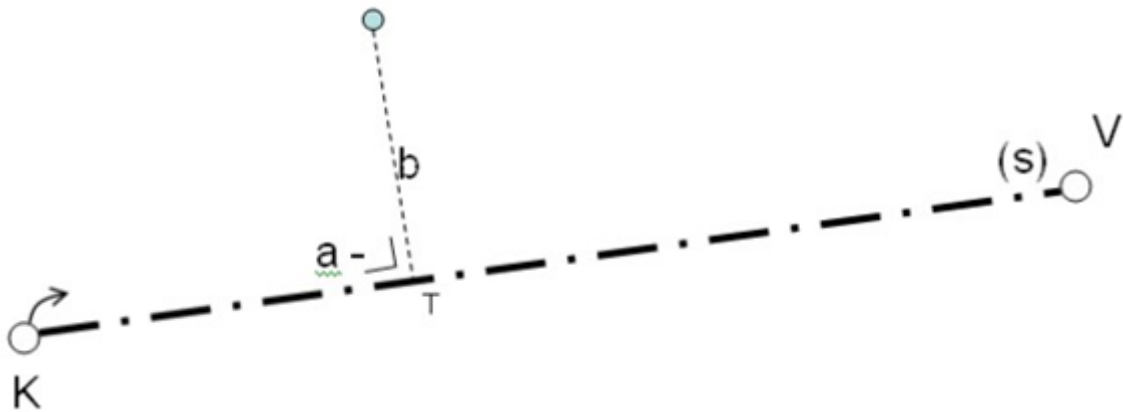
5-7. ábra Egyenesbeállítás és talppontkeresés művelete (Csepregi, 2000)

Egyenesbe állásnál a feladatunk az, hogy a két végpontján kitűzőrúddal jelölt egyenesbe a megfelelő helyen pontosan beálljunk, pl. egy pont talppontjánál. Az egyenesbe állás műveleténél a vonalra merőlegesen előre hátra kell mozogni egészen addig, amíg a prizma alsó és felső részében látható kicsinyített kitűzőrúd képek fedésbe nem kerülnek. Talppontkeresésnél, már az egyenes mentén kell mozognunk jobbra-balra egészen addig,

amíg a szögprizma középső részében látható valódi kitűzőrúd fedésbe nem kerül a prizma alsó és felső részében látható kitűzőrúd képekkel. (5-7.ábra)

6. 5.6 Derékszögű koordinátamérés

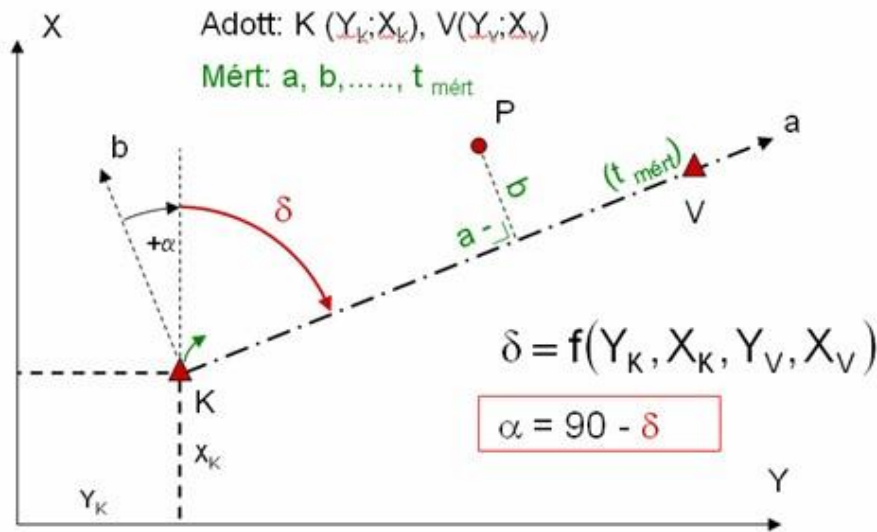
A derékszögű koordinátamérés (vagy másképpen **ortogonális koordinátamérés**) alapelve az, hogy a részletpontok közelében lévő két ismert alppont egyenesén, az úgynevezett **mérési vonalon** megkeressük a **részletpont talppontját**, majd a mérési vonalon megmérjük az egyik ismert ponttól a talppontig terjedő távolságot (a =**abszcissza**), valamint a talpponttól a részletpontig terjedő távolságot (b =**ordináta**) (5-8.ábra)



5-8. ábra A derékszögű koordinátamérés elve (Gyenes, 2005)

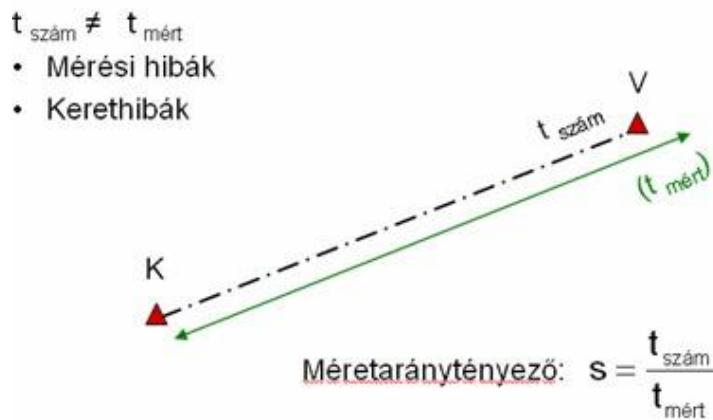
A derékszögű koordinátamérés a mérési vonal kitérésével kezdődik, amit a már ismertetett módon végezhetünk el. A mérési vonal kitérése után ennek egyenesébe fektetünk egy mérőszalagot úgy, hogy kezdőpontja egybeessen a mérési vonal kezdőpontjával. A lefektetett szalag mellett a kettős szögprizmával a mérési iránynak megfelelően felkeressük azoknak a részletpontoknak a talppontját, amelyek az első **szalagfekvésén** belül esnek. Végre kell hajtunk az egyenesbe állás és a talppontkeresés műveletét is, majd meg kell mérnünk a pont abszcissza és ordináta méretét. A mérési eredményeket mérési jegyzeten (manuálén) tüntetjük fel, majd később mérési vázlaton vagy tömbrajzon letisztazzuk. (7.23. ábra) Ha az első szalagfekvésén belül eső valamennyi részletpont talppontját megkerestük és a szükséges méreteket feljegyeztük, a mérőeszközt a szalagmérés szabályainak megfelelően visszük tovább. Amikor a szalaggal a mérési vonal végpontjához érünk, itt leolvassuk a végméretet. Szükség esetén a bemérést a mérési vonal meghosszabbításában is elvégezhetjük, de a **meghosszabbítás legfeljebb a mérési vonal hosszának 1/3-a lehet**. A meghosszabbításán végzett leolvasásokat is a kezdőponttól kiindulva folytatólagosan végezzük. A részletpontokat mindig a **legközelebbi mérési vonalról**, tehát minnél rövidebb ordinátával kell megmérni. Ugyanannak a tereptárgynak a pontjait lehetőleg ugyanarról a mérési vonalról kell lemérni. Ellenőrző mérésekre azonban szükség van. Az egyenes vonalba eső részletpontok beméréséhez csak az egyenes kezdő és végpontját szabad derékszögű koordinátaméréssel bemérni, az egyenesben lévő többi pontot pedig ezek között mérjük be folytatólagos méréssel. Ezzel biztosítjuk azt, hogy ami egyenes a valóságban, az egyenes marad a térképen is. Épületeknek mindig a hosszabbik oldalát kell megmérnünk. Épületeknél mindig csak annyi pontot szabad megmérni, amely a tárgy képének a megszerkesztéséhez okvetlenül szükséges. Ha az épületen több ki-beugrás van, akkor csak az uralkodó falsík végpontjait mérjük be, a többi pontot pedig ezen pontok között határozzuk meg. A földfelszín feletti pontokat le kell vetíteni a földfelszínre, és a levetített ponthelyeket kell bemérni. Íves vonalak esetében annyi pontot kell megmérni, hogy a szomszédos pontokat egyenes vonallal összekötve az ívet a megkívánt pontossággal ábrázolni tudjuk.

A derékszögű koordinátamérés számítása lényegében **síkbeli hasonlósági transzformáció**. A forrás-rendszer egy helyi rendszer (a,b) , a cél-rendszer pedig az országos koordináta-rendszer (Y,X) . A korábbi fejezetben már ismertetett síkbeli hasonlósági transzformáció alapképleteit ismertnek véve a derékszögű koordináta mérés számítását a 5.9-5.10. ábrák és a következő képletek alapján végezhetjük:



5-9. ábra A derékszögű koordinátamérés számítása (Gyenes, 2005)

A 5-9. ábrán K jelöli a mérési vonal kezdőpontját, V pedig a végpontot, mely pontok az országos koordináta rendszerben Y és X koordinátával adóttak. A P pont abszcissza és ordináta mérete a és b. Az YX koordinátatengelyek a geodéziai koordináta-rendszert szemléltetik. A feladat az, hogy határozzuk meg a P pont Y és X koordinátáját, ha terepen mértük a-t és b-t. A síkbeli hasonlósági transzformáció paraméterei: eltolás (Y_K, X_K), elforgatás (α) valamint egy s méretaránytényező. Az s értelmezését a 5-10. ábra mutatja. A terepen mért végmért és a koordinátákból számított végmért nem egyeznek meg egymással, mert a mérést mérési hibák, a koordinátákat pedig kerethibák terhelik. A kettő hányadosa adja a méretarány tényezőt.



5-10. ábra A méretaránytényező értelmezése (Gyenes, 2005)

A számításhoz a már ismert mátrixos megoldást írjuk fel: A forgatómátrix elemei:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(90 - \delta) & -\sin(90 - \delta) \\ \sin(90 - \delta) & \cos(90 - \delta) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin \delta & -\cos \delta \\ \cos \delta & \sin \delta \end{bmatrix}$$

5-1. Egyenlet

A transzformáció alapképlete:

$$\begin{bmatrix} Y_P \\ X_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_K \\ X_K \end{bmatrix} + s \cdot \begin{bmatrix} \sin \delta & -\cos \delta \\ \cos \delta & \sin \delta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

5-2. Egyenlet

A transzformáció alapképlete:

$$\begin{aligned}
 Y_P &= Y_K + s \cdot \sin \delta \cdot a - s \cdot \cos \delta \cdot b = Y_K + \frac{t}{t_m} \frac{Y_V - Y_K}{t} \cdot a - \frac{t}{t_m} \frac{X_V - X_K}{t} \cdot b = \\
 &= Y_K + \frac{Y_V - Y_K}{t_m} \cdot a - \frac{X_V - X_K}{t_m} \cdot b = Y_K + r \cdot a - m \cdot b
 \end{aligned}$$

5-3. Egyenlet

Kifejtve:

$$\begin{aligned}
 X_P &= X_K + s \cdot \cos \delta \cdot a + s \cdot \sin \delta \cdot b = X_K + \frac{t}{t_m} \frac{X_V - X_K}{t} \cdot a + \frac{t}{t_m} \frac{Y_V - Y_K}{t} \cdot b = \\
 &= X_K + \frac{X_V - X_K}{t_m} \cdot a + \frac{Y_V - Y_K}{t_m} \cdot b = X_K + m \cdot a + r \cdot b
 \end{aligned}$$

5-4. Egyenlet

Összefoglalva:

$$\begin{bmatrix} Y_P \\ X_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_K \\ X_K \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} r & -m \\ m & r \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

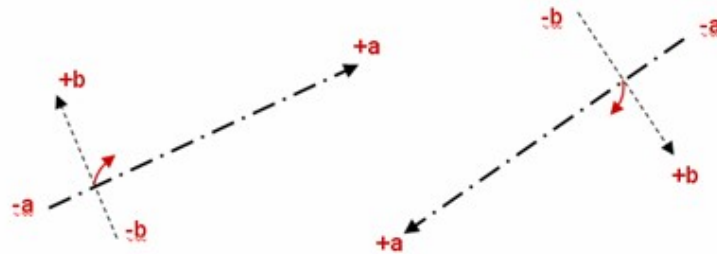
5-5. Egyenlet

Méretaránytényező számítása paramétereiből:

$$s = \sqrt{r^2 + m^2} = \sqrt{(s \cdot \sin \delta)^2 + (s \cdot \cos \delta)^2} = s \cdot \sqrt{\sin^2 \delta + \cos^2 \delta}$$

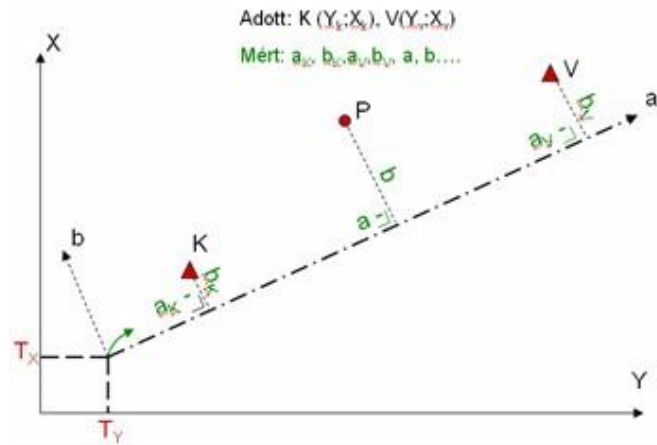
5-6. Egyenlet

Derékszögű koordináta mérés végrehajtásakor nagy hangsúlyt kell fektetnünk az abszcissa és az ordináta méretek előjelére. Ha a mérési vonal kezdőpontjára képzeljük magunkat és a végpont felé nézünk, akkor a **végpont felé értelmezzük az abszcissa méreteket pozitív előjellel, a hátunk mögött pedig negatív előjellel. Az ordináta méretek jobb kéz felé negatívak, bal kéz felé pedig pozitívak.** (5.11. ábra)



5-11. ábra Az abszcissa és ordináta előjelének értelmezése (Gyenes, 2005)

A gyakorlati mérések során előfordul, hogy nem tudunk mérési vonalat létesíteni közvetlenül a K és V országos koordinátákkal adott pontok között. Ebben az esetben a mérési vonalat eltolva kell felvennünk. Ezt a vonalat nevezzük **szabad vonalnak**. Ebben az esetben a kezdő-és végpont kijelölése tetszőleges lehet, azonban a részletpontok abszcissa és ordináta méretein kívül a K és V pont adatait is meg kell mérnünk. A számítás hasonló az egyszerű derékszögű koordinátaméréshez, és a 5-12. ábra és az alábbi képletek magyarázzák:



5-12. ábra A szabad mérési vonal értelmezése (Gyenes, 2005)

$$Y_V - Y_K = r \cdot (a_V - a_K) - m \cdot (b_V - b_K)$$

5-7. Egyenlet

$$X_V - X_K = m \cdot (a_V - a_K) + r \cdot (b_V - b_K)$$

5-8. Egyenlet

$$\Delta Y = r \cdot \Delta a - m \cdot \Delta b$$

5-9. Egyenlet

$$\Delta X = m \cdot \Delta a + r \cdot \Delta b$$

5-10. Egyenlet

Az 5.9-ből kifejezve:

$$m = \frac{r \cdot \Delta a - \Delta Y}{\Delta b}$$

5-11. Egyenlet

5.11-t az 5.10-es egyenletbe helyettesítve:

$$\Delta X = \frac{r \cdot \Delta a - \Delta Y}{\Delta b} \cdot \Delta a + r \cdot \Delta b = \frac{r \cdot \Delta a^2 - \Delta Y \cdot \Delta a + r \cdot \Delta b^2}{\Delta b}$$

$$\Delta X \cdot \Delta b = r \cdot \Delta a^2 - \Delta Y \cdot \Delta a + r \cdot \Delta b^2 = r \cdot (\Delta a^2 + \Delta b^2) - \Delta Y \cdot \Delta a$$

$$r = \frac{\Delta Y \cdot \Delta a + \Delta X \cdot \Delta b}{\Delta a^2 + \Delta b^2}$$

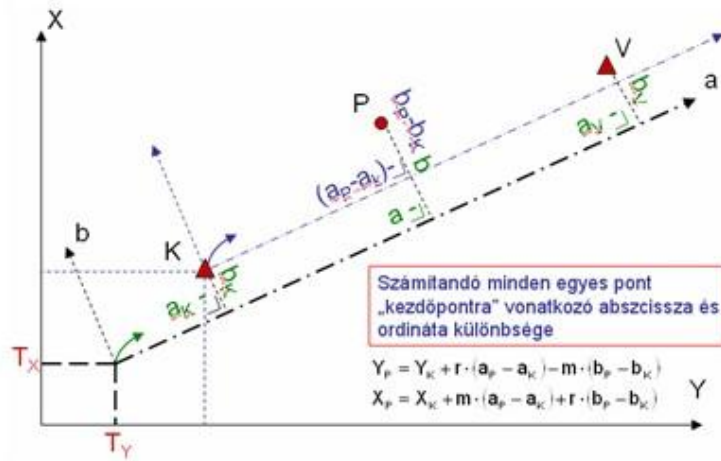
5-12. Egyenlet

5.12-t az 5.11-es egyenletbe helyettesítve:

$$\begin{aligned} m &= \frac{\frac{\Delta Y \cdot \Delta a + \Delta X \cdot \Delta b}{\Delta a^2 + \Delta b^2} \cdot \Delta a - \Delta Y}{\Delta b} = \frac{\frac{\Delta Y \cdot \Delta a^2 + \Delta X \cdot \Delta b \cdot \Delta a}{\Delta a^2 + \Delta b^2} - \Delta Y}{\Delta b} = \\ &= \frac{\Delta Y \cdot \Delta a^2 + \Delta X \cdot \Delta b \cdot \Delta a}{(\Delta a^2 + \Delta b^2) \cdot \Delta b} - \frac{\Delta Y}{\Delta b} = \frac{\Delta Y \cdot \Delta a^2 + \Delta X \cdot \Delta b \cdot \Delta a - \Delta Y \cdot (\Delta a^2 + \Delta b^2)}{(\Delta a^2 + \Delta b^2) \cdot \Delta b} = \\ &= \frac{\Delta Y \cdot \Delta a^2 + \Delta X \cdot \Delta b \cdot \Delta a - \Delta Y \cdot \Delta a^2 - \Delta Y \cdot \Delta b^2}{(\Delta a^2 + \Delta b^2) \cdot \Delta b} = \frac{\Delta X \cdot \Delta a - \Delta Y \cdot \Delta b}{\Delta a^2 + \Delta b^2} \end{aligned}$$

5-13. Egyenlet

A gyakorlatban számítjuk minden egyes pont kezdőpontra vonatkozó abszcissza és ordináta különbségét, majd az r és m paramétereket, valamint a mérési vonal hosszát a mérési eredményekből és a koordinátákból (5.13. ábra).



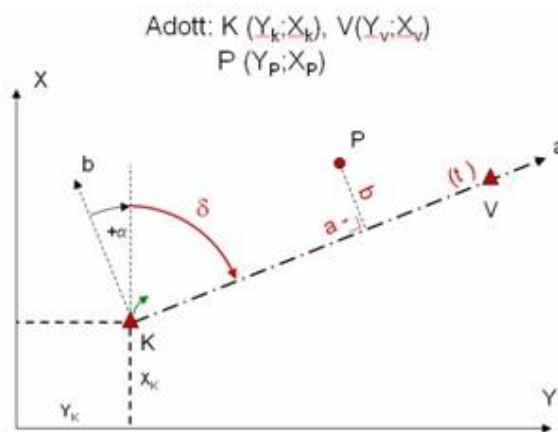
5-13. ábra A szabad mérési vonal gyakorlati számítása (Gyenes, 2005)

7. 5.7 Derékszögű kitűzési méretek meghatározása

A kitűzés feladata a tervezés eredményeként kapott **részletpontok terepen való kijelölése**. A kitűzések sokféle megoldása közül ebben a fejezet részben a legegyszerűbb kitűzési módszert, az ortogonális kitűzést tárgyaljuk. Korlátozott pontossága és a ma már rendelkezésünkre álló jobb mérőfelszerelés miatt jelentőségéből sokat veszített, háttérbe szorult.

Egy pont kitűzése a terepen már megjelölt pontokhoz viszonyított helymeghatározók, ún. **kitűzési méretek** alapján történik. Az egyes pontokat a terepen megjelölt pontokhoz viszonyítva vagy derékszögű adatokkal vagy poláris adatokkal (irányszög és távolság) tűzzük ki. Egy pont derékszögű adatokkal való kitűzése lényegében egy pont **derékszögű koordinátaméréssel történő bemérésének fordított művelete**. Ebben az esetben a transzformáció forrás-rendszere az országos rendszer (Y,X), cél-rendszere pedig a helyi rendszer.(a,b) Minden kitűzendő pontnak adottak tehát az országos rendszerbeli koordinátái, és keressük a helyi rendszerbeli koordinátáikat. A kitűzendő pont talppontjánál (tehát az abszcissza méretnél) be kell állni az egyenesbe, majd be kell inteni a kitűzőrudat a merőlegesbe. Ezután a kitűzőrúd mellé kell fektetni egy szalagot, és azon kitűzni az ordináta méretet.

Az 5.14. ábra és az alábbi képletek alapján tekintsük át az ortogonális kitűzési méretek számításának menetét:



5-14. ábra Ortogonális kitűzési méretek számítása (Gyenes, 2005)

mivel $s=1$, ezért

$$\begin{bmatrix} Y_p \\ X_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_k \\ X_k \end{bmatrix} + s \cdot \begin{bmatrix} \sin \delta & -\cos \delta \\ \cos \delta & \sin \delta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

5-14. Egyenlet

$$\begin{bmatrix} Y_P - Y_K \\ X_P - X_K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin \delta & -\cos \delta \\ \cos \delta & \sin \delta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

5-15. Egyenlet

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin \delta & \cos \delta \\ -\cos \delta & \sin \delta \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_P - Y_K \\ X_P - X_K \end{bmatrix}$$

5-16. Egyenlet

$$\begin{aligned} a &= (Y_P - Y_K) \cdot \sin \delta + (X_P - X_K) \cdot \cos \delta \\ b &= -(Y_P - Y_K) \cdot \cos \delta + (X_P - X_K) \cdot \sin \delta \end{aligned}$$

5-17. Egyenlet

8. 5.8 A vízszintes szögmérés módszerei

A vízszintes szögmérés feladata az álláspontból kiinduló irányok egymáshoz viszonyított helyzetének a meghatározása. A vízszintes szögmérés végrehajtására alapvetően két módszer alakult ki. Ezek az

- iránymérés,
- tulajdonképpeni szögmérés.

8.1. 5.8.1 Az iránymérés

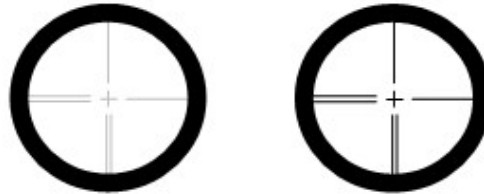
Íránymérés esetén a mérendő irányokat **iránysorozatba** foglaljuk. A **mérés előkészítéseként** az irányzandó pontokat ideiglenesen megjelöljük, irányzás céljából láthatóvá tesszük. Erre a célra leggyakrabban műszerállványra helyezett prizmat, jeltáblát, vagy prizmat jeltáblával kiegészítve alkalmazunk. Ha a növényzet a jelet takarná, akkor a középrészre egy irányzó toldatot szerelünk fel, amelynek a hossza általában 0.5...1 méter, így a jeltáblát és a prizmat a toldat végére erősítjük (5.15. ábra). Ha az irányorozatba magaspontokat is belefoglalunk, akkor az előkészítés során a pontleírást felhasználva győződjünk meg az irányzandó központ helyéről.



5-15. ábra Prizma irányzó toldatra helyezve

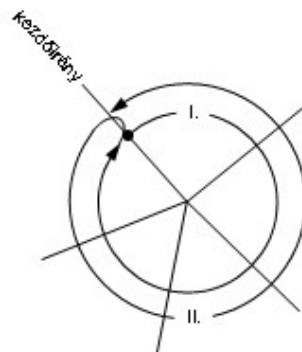
A műszer felállítása során az álláspont körül a talajt tisztítsuk meg, a fücsomókat a fémsaruk helyén távolítsuk el. A műszer felállítását követően ellenőrizzük a pontok láthatóságát azért, hogy a keresésükkel a tényleges mérés folyamán felesleges időt ne töltsünk. A **szálkereszt képét** a távcső előkészítéseként **állítsuk élesre** (5.16. ábra). **Ellenőrizzük az objektív és az okulár tisztaságát, szükség esetén** a műszerdobozban található **törlőkendővel tisztítsuk** meg azokat. A pontok láthatósága alapján döntünk el, melyiket választjuk **kezdőiránynak**. Ez a mérendő pontok közül a legjobban látható, és legegységesebben irányozható legyen. A műszer felállítását és bekapcsolását követően adjuk meg a **mérési jegyzőkönyv-állomány nevét**, ahová a mérési adatokat és az egyéb kiegészítő információkat rögzítjük. A műszerekben található beépített programoktól és a felhasználói beállításoktól függően végezzük el az **álláspont adatainak a rögzítését**. Adjuk meg az

álláspont számát, jelölését, az észlelést végző személy nevét vagy egyéb, a későbbiekben egyértelműen az észlelőre utaló azonosítót. Egyes műszerek lehetővé teszik az **időjárásra vonatkozó megjegyzések** bevitelét. Ilyen például a napos, szélszűcsendes, vagy borult enyhén szeles időjárás, stb.



5-16. ábra Az okulár előkészítése: a szátkereszt beállítása az éleslátás távolságának megfelelően (Gyenes, 2005)

Az adott feladat műszaki előírásaitól vagy egyéb követelményeinek megfelelően az iránymérést végezhetjük egy vagy több **fordulóban** vagy **távcsőállásban**. A két távcsőállásban, egy fordulóban történő mérést a mai gyakorlatban ritkán alkalmazzuk. Ennek fő oka, hogy a mértékadó szabályos hibák a méréssel **valós időben, számítással** figyelembe vehetők. Ha azonban a szabályos hibákra vonatkozóan nem rendelkezünk friss információval, akkor a méréseket két távcsőállásban, egy fordulóban végezzük. A **forduló mérést első távcsőállásban kezdjük**. Első távcsőállásról akkor beszélünk, ha a távcsövet az okulár felől szemlélve a magassági kör a balkéz felől helyezkedik el. Egyes műszerek a kijelzőn az adott távcsőállást római számokkal jelenítik meg, vagy esetleg más szöveges formátumban. Az első távcsőállást a **kezdőirány méréssel kezdjük**, majd sorban irányozzuk a többi pontot az **óramutató járásával egyező értelemben**. Az első távcsőállás befejezéseként a műszerállvány elcsavarodásának ellenőrzése érdekében a kezdőirányt ismételten mérjük, azaz **horizontzárást** végzünk. Ezután a távcsövet áthajtjuk és átforgatjuk, majd a **kezdőirány ismételt méréssel** elkezdjük a pontokat a **második távcsőállásban az óramutató járásával ellentétes irányban** irányozni. A **második távcsőállást is horizontzárással fejezzük be**, azaz a kezdőirányt ismételten megmérjük. Az egy fordulóban végzett irány sorozat-mérés végrehajtását az 5.17. ábra szemlélteti.



5-17. ábra Az irány sorozat mérése egy fordulóban (Gyenes, 2005)

A pontok irányzást két lépésben hajtjuk végre. Először az irányzó kollimátorral közelítő irányzást (durva irányzást) végzünk, amelynek eredményeként a távcső látómezőjében megjelenik a pont képe. Ezt követően a kötőcsavarokkal rögzítjük az alhidádét és a távcsövet. Szervomotoros műszerek esetén ez a művelet természetesen elmarad. A parallaxis csavar forgatásával megszüntetjük a parallaxist, majd a paránycsavarok segítségével elvégezzük a pontos irányzást. Ha csak vízszintes értelmű helymeghatározást végzünk, akkor az állószálat a pont képével hozzuk fedésbe (7.16. ábra). A jel képének méretétől függően a pontosabb irányzás érdekében gyakran úgynevezett **biszektoros** irányzást végzünk a pont képének kettős szállal történő közrefogásával.

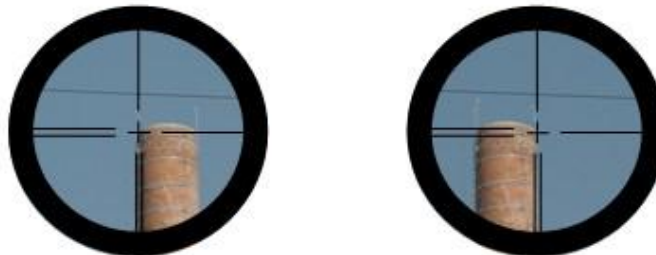


5-18. ábra A vízszintes értelmű irányzás végrehajtásának módszerei (Gyenes, 2005)

A 5.19. ábrán látunk példát jeltáblával kiegészített prizma, valamint magaspontok helyes irányzásának végrehajtására.



5-19. ábra Irányzás végrehajtása: prizma jeltáblával, valamint magaspontok vízszintes értelmű irányzása (Gyenes, 2005)



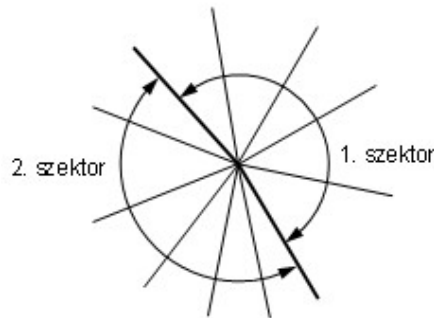
5-20. ábra Kémény „bal-jobb” irányzása (Gyenes, 2005)

Kémények esetén az irányzást a kémény két szélén végezzük, úgynevezett „bal-jobb” irányzást végrehajtva, majd a két leolvasást összeközpelve. (5.20. ábra).

Az irányok mérésekor ügyeljünk az irányzott pont adatainak helyes bevitelére. Ha lehetőség van rá, akkor az irányzandó pontra vonatkozó kiegészítő adatokat a durva irányzás végrehajtása előtt adjuk meg. Egyes műszerek programjai azonban fordított logika alapján működnek, a kiegészítő adatokat a leolvasás végrehajtására szolgáló utasítást követően kell bevinni. Tipikusan ilyen megoldást találunk a Sokkia műszereknél. A kiegészítő adatok bevitelét és a leolvasás végrehajtását követő utasítás után ne feledkezzünk meg az **adatok rögzítéséről**. Egyes műszereknél a leolvasás elvégzése és rögzítése egyetlen funkciógomb megnyomásával történik (pl. Leica műszer), de ez gyakran függ a felhasználó által elvégzett beállításoktól is (pl. Topcon). Az álláspont mérésének befejezését követően **ellenőrizzük az adatrögzítés helyességét**. Tekintsük meg a rögzített adatokat, elsősorban a pontok azonosítóira vonatkozó adatokat. Ezt elegendő általában valamilyen listaművelettel elvégezni. Szintén a mérés befejeztével ellenőrizzük a két távcsóállásban végzett leolvasások különbségeit. Elsősorban a kollimáció hiba következtében egyes irányokra vonatkozóan a két távcsóállás leolvasásainak különbségének közel azonos értékűnek kell lennie. A mérés elfogadható, ha a leolvasások különbségének átlagtól való eltérésének abszolút értéke nem haladja meg a műszerrel elérhető és az adott feladatra vonatkozó vízszintes szögmérés pontosságának a négyszeresét. A horizontzárás ellenőrzésére vonatkozóan szintén ez a hibahatár az érvényes.

Ha a szabályos hibákat valós időben számítással vesszük figyelembe, a műszerállvány elcsavarodásának ellenőrzésére vonatkozóan horizontzárást kell végezni. A horizontzárás szükségességét a mérendő irányok száma is meghatározza. Horizontzárást általában csak négynél több irány mérése esetén végzünk.

Megfelelő előkészítés esetén egy pont mérése, beleértve az irányzást, az adatbevitelt és az adatrögzítést, 1.5...2 perc, átlagos mérési körülményeket figyelembe véve. A mérés időszükséglete egyben meghatározza az iránySOROZATBA foglalható irányok számát. Egy forduló mérése lehetőleg ne tartson tovább 30 percnél, ami azt jelenti, hogy 8-10 iránynál többet ne foglaljunk egyetlen iránySOROZATBA. Ha a mérendő irányok száma az említett értéknél több, akkor csonkasorozatot alakítunk ki. **Csonkasorozat esetén** az irányokat **szektorokba** foglaljuk, amelyeknek **közös szarait minden csonkasorozatban megmérünk**. A csonkasorozatok egy fordulóban történő mérésének menetét szemlélteti a 5.21. ábra két szektor esetén. A mai földi alappont-meghatározási gyakorlatban csonkasorozatokban történő mérést nem alkalmazunk. Alkalmazására elsősorban speciális mérnökgeodéziai feladatok esetében kerülhet sor.



5-21. ábra Csonkasorozat kialakítása

Egyes feladatok pontossági követelményei több fordulóban végzett iránymérés végrehajtását igénylik. Többfordulós mérés esetén a pontraállást minden forduló megkezdése előtt meg kell ismételni a pontraállás hibájának véletlen jellegűvé tétele érdekében. Ennek megfelelően akkor járnánk el helyesen, ha ugyanezt az irányzandó pontoknál elhelyezett jelekre is elvégeznénk. Ettől a gyakorlatban ennek időigényessége miatt el szoktak tekinteni, de **a pontraállás helyességét minden egyes forduló megkezdése előtt ellenőrizzük**. Többfordulós mérés esetén a kezdőirány leolvasására a könnyebb ellenőrizhetőség érdekében minden egyes forduló megkezdése előtt egy kerek értéket, általában $0^{\circ} 00' 00''$ vagy attól néhány másodperccel nagyobb értéket állítanak be. Fontos, hogy **minden megkezdett forduló előtt az álláspont adatait ismételten rögzítsük**.

Ha a már említett mértékadó **szabályos hibákat** valós időben **számítással vesszük figyelembe**, akkor **egyfordulós mérés helyett csak egy távcsőállásban** végezzük a mérést. A mérések végrehajtására vonatkozó szabályok egyébként ugyanazok, mint a fordulóban történő méréskor. Az irányokat a **kezdőirány mérését követően** szintén az **óramutató járásával egyező irányban** mérjük, és szintén végzünk **horizontzárást** is. Több fordulóban történő mérés helyett több, egy távcsőállásban végrehajtott mérést végzünk, de minden egyes sorozat megkezdése előtt az álláspontra vonatkozó adatok rögzítését el kell végezni, valamint ellenőrizni kell a pontraállás és az állótengely függőlegességének a helyességét is.

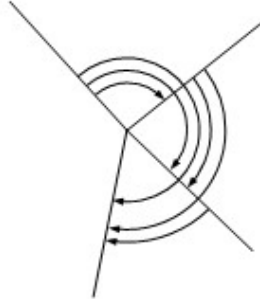
8.2. 5.8.2 Az egyszerű szögmérés

Ebben az esetben mindig csak két irányt vonunk be a mérésbe, függetlenül attól, hogy az állásponton a mérendő irányok száma kettőnél több is lehet. A mérés előkészítése megegyezik az iránymérésnél leírtakéval.

Az egyszerű szögmérés (más néven tulajdonképpeni szögmérés) esetén az egy fordulóban történő mérést a következőképpen végezzük. Létesítünk egy új, vagy választunk egy meglévő jegyzőkönyv-állományt, és rögzítjük az álláspontra vonatkozó adatokat. Miután az előkészítés során eldöntöttük, mi legyen a mérendő szög bal szára és jobb szára, első távcsőállásban megirányozzuk a választott bal szárhoz tartozó pontot és rögzítjük a mérési eredményeket. Ezt követően első távcsőállásban mérjük a jobb szárhoz tartozó pontot, rögzítjük az adatokat, majd második távcsőállásban ismét a jobb szögszárat, végül pedig a bal szögszárhoz tartozó pontot mérjük.

Szakmatörténeti okokból megemlítjük az egyszerű szögmérés alkalmazásának azt az esetét, amikor egy állásponton n számú irány mérése volt a feladat, amelyet minden kombinációban végzett szögméréssel oldottak

meg (5.22. ábra). A minden kombinációban végzett szögmérés esetén az n számú irány között $n \cdot (n-1)/2$ számú szög mérhető a tulajdonképpeni szögmérés módszerével úgy, hogy a kiegészítő szögeket nem mérjük. A minden kombinációban végzett szögmérést a mai földi vízszintes helymeghatározásban már nem alkalmazzuk. Korábban az úgynevezett felsőrendű háromszögelésben alkalmazták ennek a módszernek egy továbbfejlesztett változatát, amelyet Schreiber-féle minden kombinációban végzett szögmérésnek neveztek.



5-22. ábra Minden kombinációban végzett szögmérés esete

8.3. 5.8.3 Poláris részletmérés

Ma a poláris részletmérés a részletmérés egyik leggyakoribb módszere, mivel ennek korszerű eszközei a mérőállomások széles körben elterjedtek. A mérés pontossága centiméteres kategóriába esik, a mérés hatótávolsága több száz méter, így jó kilátású helyről nagy terület felmérhető. Poláris mérés alatt azt a mérési módszert értjük, amikor az új pontokat **poláris koordinátáikkal** (δ , t) határozzuk meg. A mérés úgy történik, hogy egy mérőállomással felállunk egy adott koordinátájú ponton és mérünk **tájékoztató irányokat** (adott koordinátájú pontról adott koordinátájú pontra menő irányokat) azért, hogy a limbusz kört tájékozni tudjunk. Ezzel lényegében meghatározzuk a limbuszkör nulla osztásvonásának a koordináta-rendszer x tengelyével párhuzamos iránnyal bezárt szögét, vagyis a nulla osztás irányszögét, a tájékoztató szöget. Ezután minden egyes részletpontra **irányt, távolságot és zenitszöget** mérünk. Ezekből az adatokból a pont két vízszintes koordinátája és a pont magassága számítható. A mérés során az adatokat a műszer adattárolójába rögzítjük.

A rögzítendő adatokat két főbb csoportba oszthatjuk: az adminisztrációs **adatok és a mérési eredmények adatai**.

Az **adminisztrációs adatok** közül legfontosabbak a **munkaterület nevének** megadása, **műszer száma**, **észlelő neve**, **mérés időpontja**. Ide tartoznak még a meteorológiai adatok, úgy mint a **hőmérséklet** és a **légnyomás**. Leíró adatnak kell még tekintenünk az **álláspont számát** és **jellegét**, azaz az állandósítás módját, a **műszermagasságot**, a **részletpontok számát** és **jellegét**, valamint a **jelmagasságot**.

A rögzítendő adatok másik csoportja közvetlenül a **méréshez** tartozik. Minden egyes bemért pontnál rögzítjük az irányértéket, zenitszöget és ferde távolságot. Ezek az adatok lehetővé teszik majd, hogy a következő fejezetben megismert poláris koordinátamérés számításával minden egyes bemért pontnak koordinátát adjunk.

9. 5.9 A magassági szögmérés módszerei

A magassági szögmérést a mai gyakorlatban a vízszintes szögméréssel egyidejűleg hajtjuk végre. Ennek az oka, hogy csak magasságkülönbség-meghatározást ma elektronikus teodolitokkal és mérőállomásokkal nem végzünk, hanem azt mindig kombináljuk a vízszintes helymeghatározással. Ennek megfelelően a pont irányzását egyértelműen, a szálkereszt metszéspontjával végezzük el. Ha a méréseket egy fordulóban végezzük, akkor a pontok irányzási sorrendjére az irány sorozat mérésénél leírtak a mérvadók. Ennek a magassági szögmérésre vonatkozó hátránya az, hogy a refrakciós viszonyok egy pont két távcsőállásban történő mérése között jelentősen változhatnak. Figyelembe véve, hogy a magassági szögmérésen alapuló magasságkülönbség-meghatározást ma már elsősorban olyan pontok meghatározására alkalmazzuk, ahol az irányzási távolság néhány száz méter, így a refrakciós viszonyok megváltozása a pontosságot jelentősen nem befolyásolja.

Ha az indexhiba értékét előzetesen tároltuk és számításnál figyelembe vesszük, akkor a méréseket csak egy távcsőállásban végezzük. A magasságkülönbségek meghatározása érdekében magassági szögméréskor mérni kell a **műszermagasságot** és a **jelmagasságot**. Abban az esetben, ha a refrakció hatását számításnál akarjuk

figyelembe venni, akkor a törésmutató és annak változásához mérnünk kell a hőmérsékletet, a légnyomást és a fizikai modelltől függően a páranomás értékét is.

10. 5.10 A vízszintes és magassági szögmérés eredményeinek előzetes feldolgozása

A vízszintes és a magassági szögmérés eredményeinek **előzetes feldolgozásán az irányérték és a zenitszög számítását** értjük. A feldolgozás lehet **valós idejű** vagy **utólagos**. Valós idejű feldolgozásról akkor beszélünk, amikor a korábbi modulokban megismert szabályos hibákat a **mérések során számításal vesszük figyelembe**, így a **rögzített adatok már a megfelelő javításokkal el vannak látva**. Utólagos feldolgozás során a mérési eredmények számítógépre történő kiolvasását követően számoljuk az irányértéket és a zenitszöget. Fordulóban végzett méréskor az irányértéket a két távcsőállás számtani középértékeként, a zenitszöget pedig az indexhiba számításánál megismert összefüggések alapján számítjuk.

A nyomtatott formátumú jegyzőkönyvnek vagy jegyzőkönyv-állománynak célszerűen tartalmaznia kell minden, a mérésre vonatkozó és a további feldolgozás alapjául szolgáló adatot. Ezek a következők:

- mérés helye és ideje, az észlelést végző személy neve,
- időjárási körülményekre vonatkozó utalások,
- álláspont száma, jelölése, valamint a műszermagasság értéke,
- irányzott pont száma, jelölése, valamint a jelmagasság értéke,
- vízszintes és magassági körleolvasások,
- szabályos hibák figyelembevételére utaló megjegyzések.

Két távcsőállásban történő mérés során a két távcsőállás mérési eredményeit egymás mellett tüntetjük fel, és nem a mérés végrehajtásának megfelelően egymás alá felsorolva. Az irányérték számítása előtt kiszámoljuk a vízszintes körleolvasások első és második távcsőállásbeli különbségeit, valamint a magassági körleolvasások összegét és 360° -tól való eltérésüket és azok átlagát. Az átlagtól való eltérés abszolút értékben nem haladhatja meg a vízszintes és a magassági szögmérés **adott mérésre vonatkozó pontosságának négyszeresét**.

Több fordulóban végzett mérés esetén kiszámoljuk a nullára forgatott irányértékeket, amelyet **nullára forgatásnak** is szokás nevezni. A nullára forgatás az egyes irányok **kezdőiránnyal bezárt szögének a számítását** jelenti, azaz a kezdőirány irányértékét levonjuk a többi mért irány irányértékéből. A nullára forgatást minden egyes fordulóra el kell végezni. Egyazon irány sorozat többszöri, egy távcsőállásban történő mérések során szintén kiszámoljuk a nullára forgatott irányértékeket. Abban az esetben, ha a kezdőirány irányértékére az irány sorozat ismételt mérése előtt mindig egy adott és ugyanazt az értéket adjuk meg, akkor a nullára forgatás számításától el szoktak tekinteni. Többfordulós, vagy több, egy távcsőállásban történő mérés során végleges irányértéknek az egyes forduló irányértékeinek a számtani középértékét fogadjuk el. A teljesség kedvéért megemlítjük, hogy a nullára forgatást, valamint a csonkasorozat klasszikus összeforgatását a mai gyakorlatban elhagyják akkor, ha a méréseket a később tanulandó kiegyenlítő számítások módszereivel dolgozzák fel. Erre azonban még későbbi tanulmányaink során visszatérünk.

11. 5.11 Mérési jegyzet, mérési vázlat, tömbrajz

A terepi részletmérés eredményét a könnyebb szemléltetés érdekében rajzi munkarészekben tüntetjük fel. Kint a terepen nehéz lenne méretarány helyes rajzot készíteni, ezért a bemérés végrehajtásakor mérési jegyzetet (manuálét) készítünk. Az irodában a mérési jegyzetből egy méretarány helyes mérési vázlatot vagy tömbrajzot szerkesztünk. Ebben a fejezetben a mérési jegyzet, mérési vázlat és a tömbrajz szerkesztésének szabályait tekintjük át.

11.1. 5.11.1 Mérési jegyzet

A terepi részletmérések eredményeit mérési jegyzeten, vagy másképpen manuálén ábrázoljuk. A helyzeti vagy másnéven geometriai adatok gyűjtése mellett általában leíró, attribútum adatok gyűjtésével is foglalkozunk. A

mérési jegyzetet ceruzával, szabadkézzel, alakhelyesen kell megrajzolni. Készítésénél arra kell törekedni, hogy a tereptárgyak alakhelyes ábrázolása mellett a rájuk vonatkozó mérési eredmények hovatartozását minden kétséget kizáróan meg lehessen állapítani. A következő felsorolásban röviden összefoglaljuk a mérési jegyzet legfontosabb tulajdonságait:

- **Általában terepen végzett felmérések adataiból készül**
- **Helyzeti (geometriai) adatok meghatározása:**
 - felmérések mérőállomással
 - felmérések GPS-vevőkkel
 - fotogrammetriai felmérések
 - ortogonális felmérések
 - meglévő digitális térképek átvétele
- **Attribútum (leíró) adatok gyűjtése:**
 - terepi adatgyűjtés
 - meglévő leíró adatokat tartalmazó adatbázisok átvétele

Tulajdonságai:

- Ceruzával, alakhelyesen, szabadkézzel rajzoljuk
- Tartalmazza a község nevét, északi irányt, mérési jegyzet azonosítóját, időpontot
- Felmérési egységenként össze kell fűzni
- Az eredeti mérési jegyzetet mindenkor meg kell őrizni!

11.2. 5.11.2 Mérési vázlat

A belterületek (települések állandó lakhatás céljára szolgáló részei) és külterületek (települések mező- vagy erdőgazdasági művelés alatt álló részei) felmérésekor a manuáléről olyan egységes vázlatot készítünk, amely a felmért területet a térkép szelvénybeosztásának megfelelően ábrázolja. Ezt a rajzi munkarészt nevezzük mérési vázlatnak.

A mérési vázlatok általában a térkép méretarányában készülnek (1:1000, 1:200, 1:4000), azonban olyan felmérések területén, ahol sok mérendő részletpont van, készülhet a térkép méretarányának a többszörösében is. (1:500, 1:250) A mérési vázlat a mérés módszerétől függően poláris vagy ortogonális részletmérések eredményeit tartalmazza. Ezen mérési eredmények ábrázolásának hosszú idő óta kialakult hagyományai vannak, amelyek ismerete és betartása nagyon fontos a szakmai hitelesség és a későbbi, más szakember által történő érthetőség, feldolgozás, vagy ellenőrzés érdekében. A következő felsorolásban röviden összefoglaljuk a mérési vázlatok legfontosabb tulajdonságait, továbbá az ortogonális és poláris részletmérés ábrázolásának szabályait.

Tulajdonságai:

- Mérési vázlatot a terepen készült mérési jegyzetből szerkeszthetjük, esetleg a mérési vázlat közvetlen a terepen is elkészülhet
- Legyen áttekinthető, világos, a térképezés és bemérés minden mozzanata követhető legyen
- Készülhet tussal vagy számítógépes térképező szoftverrel
- Értelemzavaró, téves térképezésre vezető elrajzolásokat nem szabad elkövetni
- Szelvényhatárral párhuzamosan készül, számozása is a szelvényszámhoz kötődik

- Be kell jegyezni a művelési ágakat pl. kert, rét stb.
- Lakóházakba be kell írni a házszámot
- A lakóház és gazdasági épület elválasztó vonalát mérni és ábrázolni kell, meg kell írni az épületek rendeltetését
- Vasúti vonalaknak a középvonala ábrázolandó
- Vonalas létesítmények feliratait és a helyrajzszámokat a hossz tengellyel párhuzamosan kell megírni
- Kelet-nyugati szelvényvonallal párhuzamosan kell megírni: dűlők, puszták, majorok, középületek, gyárak, romok, erdők, hegyek, völgyek nevét
- A vízfolyások irányát nyíllal kell megjelölni
- Település vagy országhatárnál meg kell írni a csatlakozó település vagy ország nevét
- Minden szelvényre: felül középen a méretarányt, jobboldalon a község nevét továbbá a térképszelvény számát
- Több csatlakozó mérési vázlatról célszerű átnézeti vázlatot készíteni, az ábrázolt terület rész kerületvonalának és a csatlakozó mérési vázlat számainak feltüntetésével

Részletes szabályok-ortogonális felmérésnél

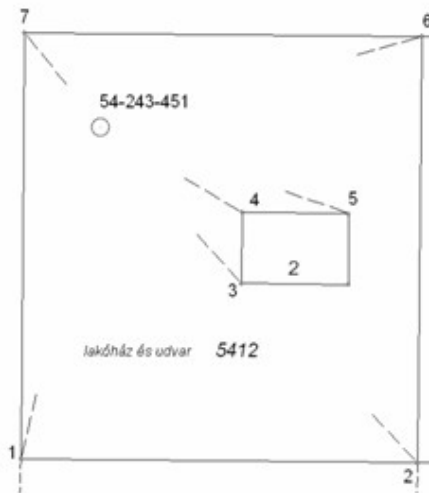
- mérés kezdőpontját és irányát nyíllal kell megjelölni
- az ordinátát jelző pontozott vonal elé a részletponttal egyező oldalra a merőlegességet jelző jelet kell tenni
- a végmérést zárójelbe kell tenni
- jól olvasható számokat kell használni, értékük és hovatartozások kétséget kizáróan megállapítható legyen
- a méretek a mérési vázlat elfordítása nélkül olvashatóak legyenek
- az alappontok számát a keleti-nyugati szelvényvonallal párhuzamosan kell megírni
- abszcissa méretet a folytatólágyos mérést jelző jellel a merőlegességet jelző jel elé kell írni a mérési vonallal párhuzamosan
- sok abszcissa méret esetén egymás fölött kell őket megírni
- ha kihosszabbításon mérünk, akkor a végmérés utáni utolsó méretet szögletes zárójelbe kell tenni, kihosszabbító jel használata
- az ordináta méretet a mérési vonalra merőlegesen, a merőlegességi jellel azonos oldalra, lehetőleg a vonal közepére kell elhelyezni
- minden felirat dél-délnyugatról olvasható legyen



5-23. ábra Mérési vázlat (részlet) (Lehetne nagyobb az ábra. Így nem igen olvasható!)

Általános szabályok-poláris felmérésnél

- az álláspont az állandósításnak megfelelő jelkulccsal legyen feltüntetve
- a bemért poláris részletpontokra poláris mérés irányát jelölő jelkulcs (15 mm hosszan) kerül, mindig az álláspont felé fordulva a részletpontok számát meg kell írni



5-24. ábra Mérési vázlat (részlet)

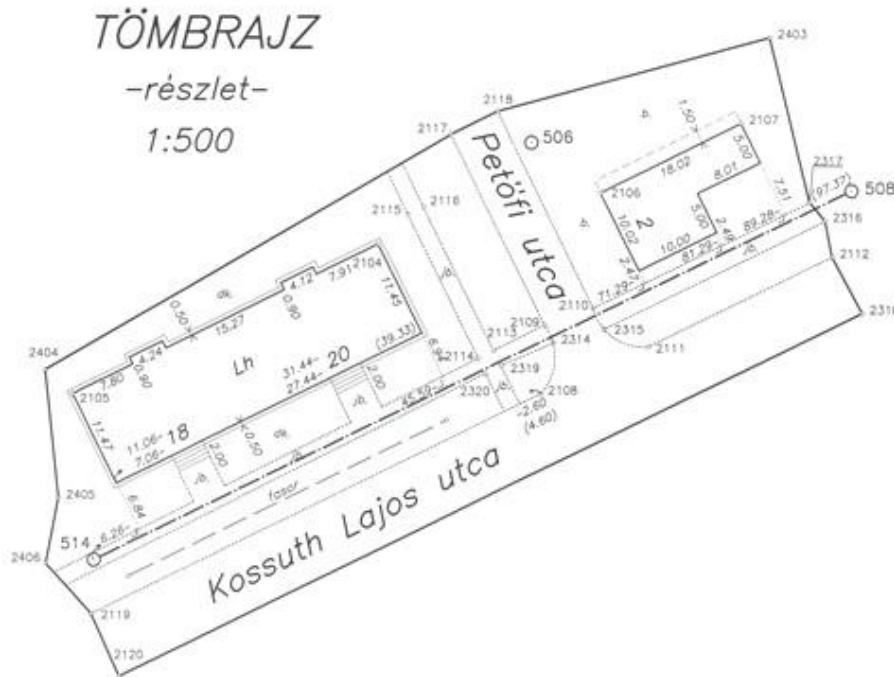
11.3. 5.11.3 Tömbrajz

Városi belterületek vagy városias jellegű települések belterületeinek felméréséről tömbrajzot szokás készíteni. A tömbrajz szerkesztési szabályai megegyeznek a mérési vázlat szerkesztési szabályaival, azonban míg a mérési vázlatot a térképszelvény határozza meg, addig a tömbrajzot az úgynevezett tömbhatár. Tömböknek nevezzük a közterületekkel határolt település részeket, tehát a legtöbb esetben a tömböket utak, utcák vagy terek határolják. (5.25. ábra) A tömbrajz méretaránya tetszőleges lehet, általában 1:200, 1:250 vagy 1:500; mindenképpen célszerű azonban olyan méretarányt választani, hogy a kész tömbrajz kezelhető méretű papírlapon helyezkedjen el. A következő felsorolásban összefoglaljuk a tömbrajz mérési vázlattól eltérő, egyedi tulajdonságait:

Tulajdonságai:

- tömbrajz általában városias, zsúfolt belterület esetén készül

- szerkesztési szabályai megegyeznek a mérési vázlat szerkesztési szabályaival
- vonalas létesítmények illetve a belterület határa határolja
- a tömbrajzot 1:200, 1:250-es vagy 1:500-as méretarányban szerkesztjük tussal
- a számítógépes térképező szoftverrel készített tömbrajz lényegében mérési vázlat szerepet tölt be.



5-25. ábra Tömbrajz

12. 5.12 Összefoglalás

A fejezetben a vízszintes mérések alapl műveleteit foglaltuk össze. Kitértünk az egyenesek kitézésének gyakorlati kérdésével. Ismertettük a derékszögű koordinátamérés elvét, valamint a derékszögű kitézési méretek számításának módját, csakúgy, mint a vízszintes szögmérés két módszerének, az iránymérés és az egyszerű szögmérés végrehajtásának módját. Kitértünk a mérési jegyzettel, a mérési vázlattal szemben támasztott gyakorlati elvárásokra.

Önellenőrző kérdések:

- Ismertesse az egyenes vonalak kitézésének módszereit! /4.oldal/
- Mit értünk távolság alatt? /7.oldal/
- Hogyan történik az állandó nagyságú szögek kitézése? /10.oldal/
- Ismertesse a derékszögű koordinátamérés menetét és összefüggéseit! /12.oldal/
- Ismertesse a derékszögű kitézési méretek meghatározását! /18.oldal/
- Mi a különbség iránymérés és szögmérés között? /19.oldal/
- Ismertesse a következő fogalmakat: mérési jegyzet, mérési vázlat, tömbrajz! /30.oldal/
- Melyek a szabályai a mérési jegyzet készítésének? /30.oldal/
- Milyen tulajdonságai vannak a mérési vázlatnak? /31.oldal/

Irodalomjegyzék

Krauter András: *Geodézia*, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2002.

Csepregi Szabolcs - Tarsoly Péter: *Geodézia I.*, NymE Geoinformatikai kar, Székesfehérvár, 2009.

Gyenes Róbert: *A vízszintes mérések alapl műveletei PPT előadások*, NymE Geoinformatikai kar, Székesfehérvár, 2005.

Csepregi Szabolcs: *Földmérés tan I.*, ASZI., 2000.