

Teodolit

Alapismeretek - leolvasások

A teodolit elve

Szögmérő műszer, amellyel egy adott pontból tetszőleges más pontok felé menő irányok egymással bezárt szögét tudjuk megmérni, ill. egy alapiránytól megadott tetszőleges nagyságú szögértékeket tudunk kitűzni

A tetszőleges nagyságú szögek mérése azért lehetséges, mert az irányzó távcső egyidejűleg elforgatható egy, a méréskor vízszintes helyzetű *fekvőtengely* és egy függőleges *állótengely* körül.

A szögelfordulás mértéke egy vízszintes és egy függőleges helyzetű körosztáson olvasható le, így a térbeli szögek vízszintes, ill. függőleges síkú vetületeit tudjuk méréseinkkel meghatározni.

A geodéziai távcső elve

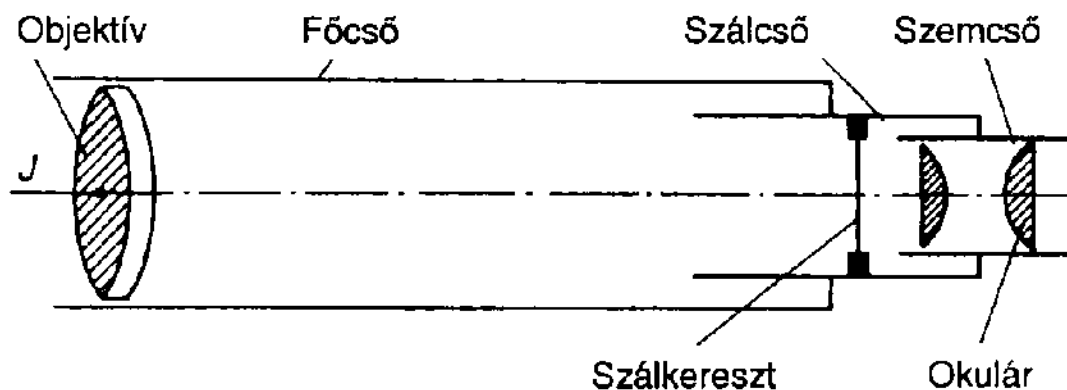
Az irányok meghatározásához geodéziai távcsövet használunk.

A geodéziai távcső három alapeleme a következő:

1. a *tárgylencserendszer* vagy **objektív**: két vagy több lencséből álló rendszer, amely a tárgyról fordított állású kicsinyített, valódi képet állít elő.
2. A *szállemez* az objektív képsíkjába helyezett plánparalel üveglemez, amelyre gyémántkarcolással, maratással vagy mikro fényképezéssel viszik fel az irányzáshoz szükséges vonalrendszert, amit **szálkeresztnek** nevezünk
3. Az **okulár** a szállemezen keletkező kép megfigyelésére való, az egyszerű nagyítóval azonos működési elvű, de nagyobb teljesítményű, több lencséből álló optikai rendszer.

Geodéziai távcső

A geodéziai távcső fontos tulajdonságai a torzításmentes képalkotás, a kis fényveszteség, a megfelelő feloldóképesség és nagyítás.



Ramsden-okulárral
szerelt távcső

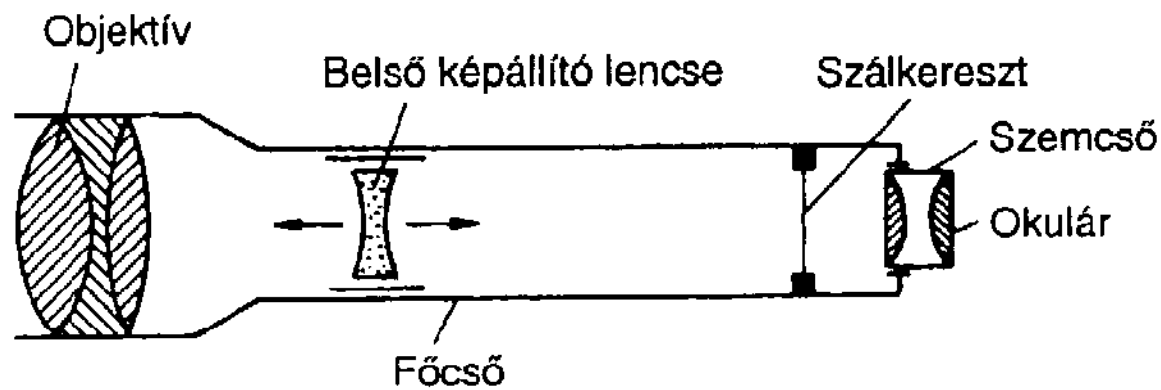
A távcső nagyítása
közelítően az objektív és
az okuláris
fókusz távolságának
hányadosaként számítható

A távcső optikai elemeit egy fémcső (a főcső) foglalja egybe. Az objektív a különböző távolságban (t) levő tárgyak képét különböző távolságban (k) állítja elő, a fókusz távolság (f) függvényében a következő összefüggés szerint: $1/t + 1/k = 1/f$

A nagyítás fokozása érdekében tehát hosszú gyújtótávolságú objektív és rövid gyújtótávolságú okulár célszerű.

$$N = f_{\text{obj}} / f_{\text{ok}}$$

Teleobjektíves távcső: Wild típus (változó fókusz távolság és képtávolság)



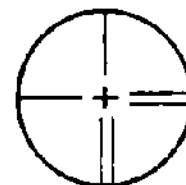
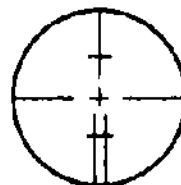
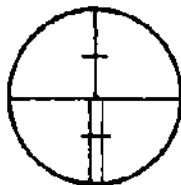
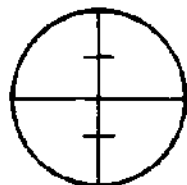
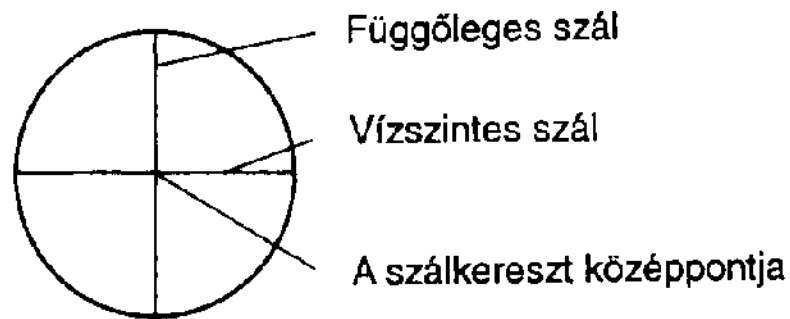
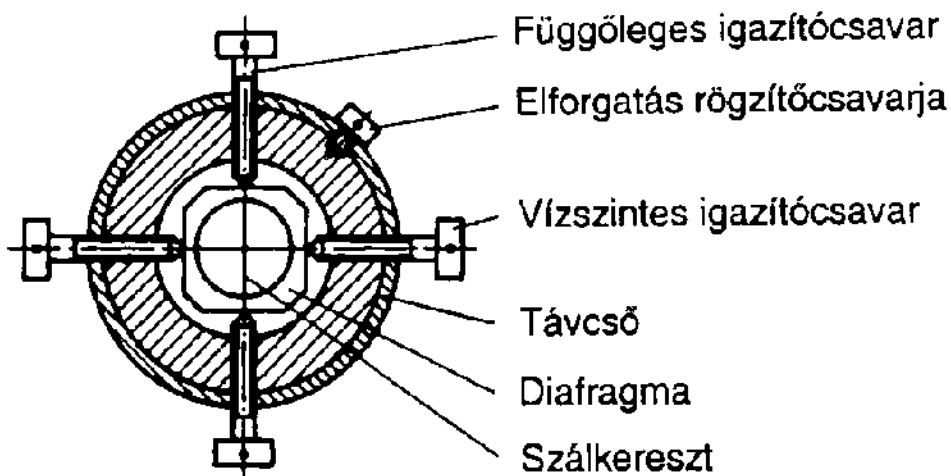
Szálkereszt

A szálkereszt alapesetben két egymásra merőleges vonalból áll, amelyek a vízszintes távcsőben függőleges, ill. vízszintes helyzetűek.

Az *objektív* optikai középpontja a függőleges irányszállal a függőleges iránysíkot, a vízszintes irányszállal a vízszintes iránysíkot határozza meg.

A két irány sík metszésvonala, azaz az objektív optikai középpontján és a szálkereszt középpontján áthaladó egyenes a ***távcső irányvonala***.

Szálkereszt típusok



A szállemez tengelyirányú mozgatással mindig a keletkező kép síkjára kell tolnunk. A képsík és a szállemez síkjának különállását *parallaxishibának* nevezzük. Pontos irányzást a távcsővel csak a parallaxishiba megszüntetése után végezhetünk. Ennek érdekében a szállemez egy külön csőbe, *a szálcsőbe* van beépítve, amely *a csőben* teleszkópszerűen eltolható.

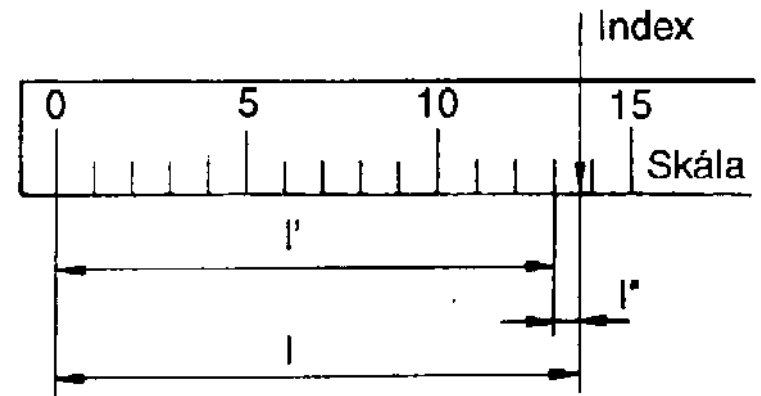
A műszer egyéb elemeihez való igazításkor szükség lehet az irányvonal helyzetének megváltoztatására. Ezért a szállemez egy fémgyűrűben van (diafragma), amely a szálcsövön belül saját síkjában - a távcső tengelyére merőlegesen - igazítócsavarokkal eltolható és elforgatható.

Az okulárlencsét magában foglaló hüvely (okulárcső) leggyakrabban csavarmenetes kiképzésű, recés foglatának forgatásával tudjuk az okulárt saját szemünknek megfelelően beállítani úgy, hogy a szálkeresztet élesen lássuk.

Leolvasóberendezések

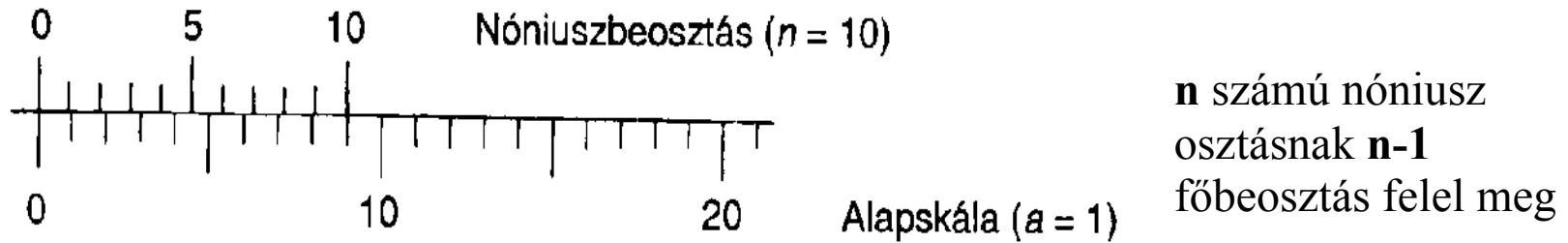
A teodolit két, egymásra merőleges síkban elhelyezett, beosztott kört tartalmaz. A műszer felállításakor elfoglalt helyzetük szerint *vízszintes körnek* (más néven limbuszkör) és *magassági körnek* nevezzük.

A leolvasás mindig abból áll, hogy a beosztásos skálán egy mutató vagy index helyzetét kell meghatározni. Két lépésben:



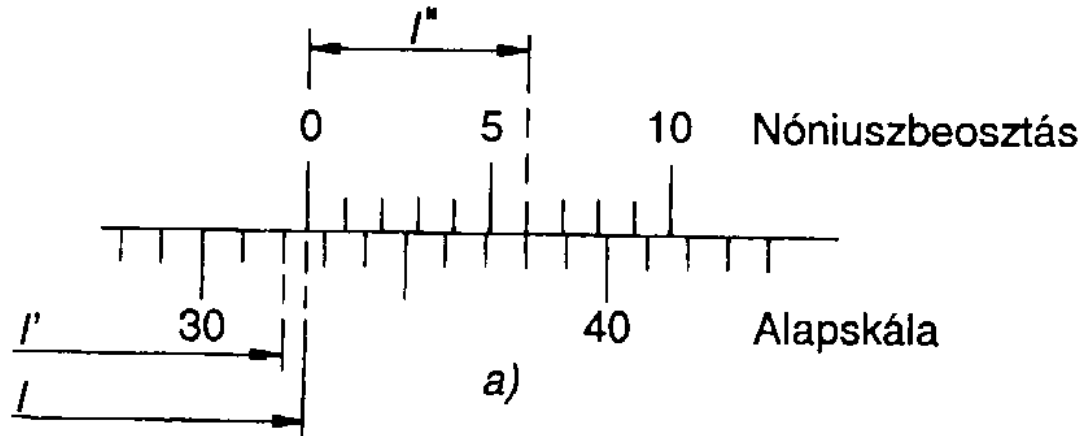
1. Meghatározzuk a beosztás kezdő vonása és az indexet megelőző beosztásvonalás távolságát (l') vagyis az indexet közvetlenül megelőző osztásvonalás értékét. Ezt nevezzük *beosztás-leolvasásnak* vagy főértéknek.
2. Meg kell határoznunk az index távolságát az őt közvetlenül megelőző osztásvonalástól, tehát az l'' távolságot. Ez a *csonka leolvasás*. A teljes leolvasást a két részleolvasás összege adja.

A leolvasás pontossága nagymértékben függ az 1" csonka leolvasás pontosságától. A műszerek leolvasóberendezéseinek feladata az 1" érték gyors, pontos, egyértelmű meghatározása.

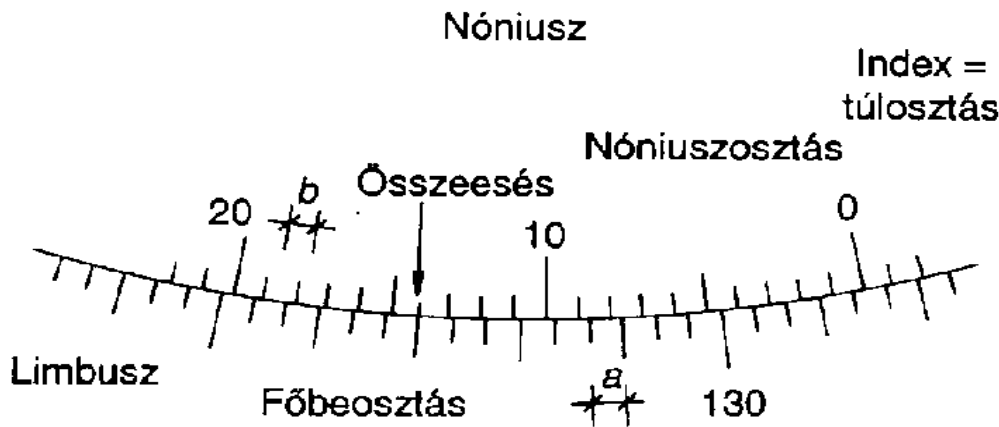


A *nónius* olyan segédbeosztás, amely lehetővé teszi a csonka leolvasás értékének a becslésnél pontosabb megállapítását. Használják mind hossz-, mind szögértékek leolvasására. A nóniusz vonásai közül a 0 jelű kezdővonás az index, a nóniusz leolvasása tehát a kezdővonás helyének megállapítását jelenti. A nóniusz beosztásai kisebbek vagy nagyobbak a főskála beosztásainál, de mindig úgy, hogy a kezdővonást ráállítva a főskála egy vonására, a végső vonás is pontosan egybeesik a főskála egy vonásával.

Nóniusz



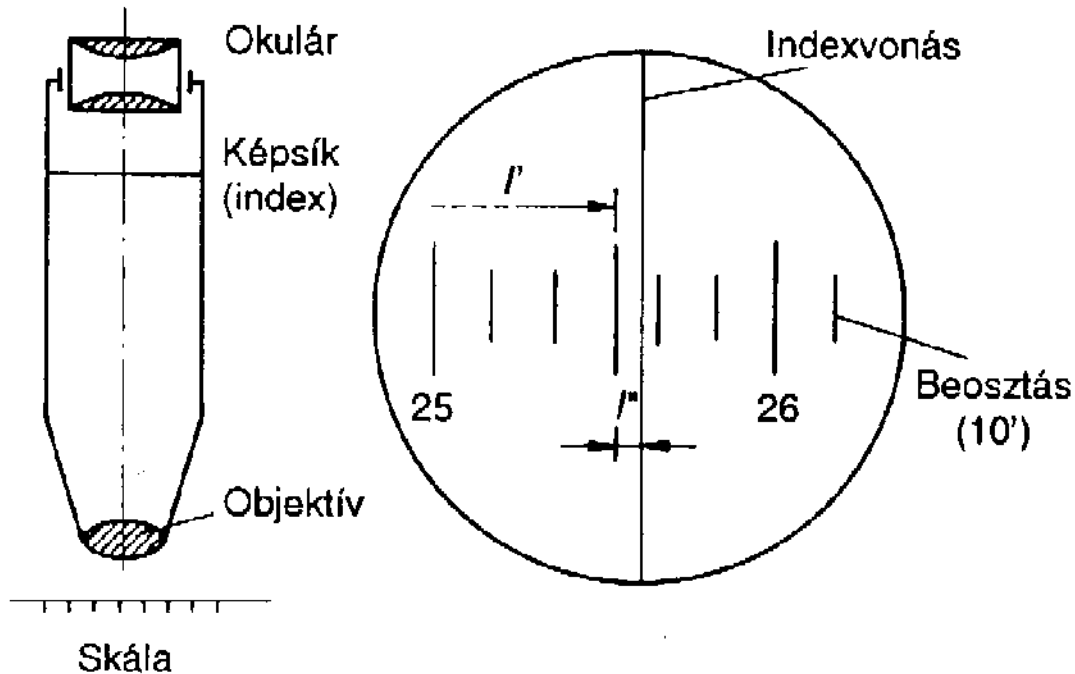
Leolvasás: 32,6



Leolvasás: 128°34'

- $a = 20'$ - megállapítjuk
- $n = 20$ - megállapítjuk
- $a/n = 1'$ - kiszámítjuk
- főskála-leolvasás -
- elvégezzük
- csonka leolvasás -
- összeesés

Becslőmikroszkóp



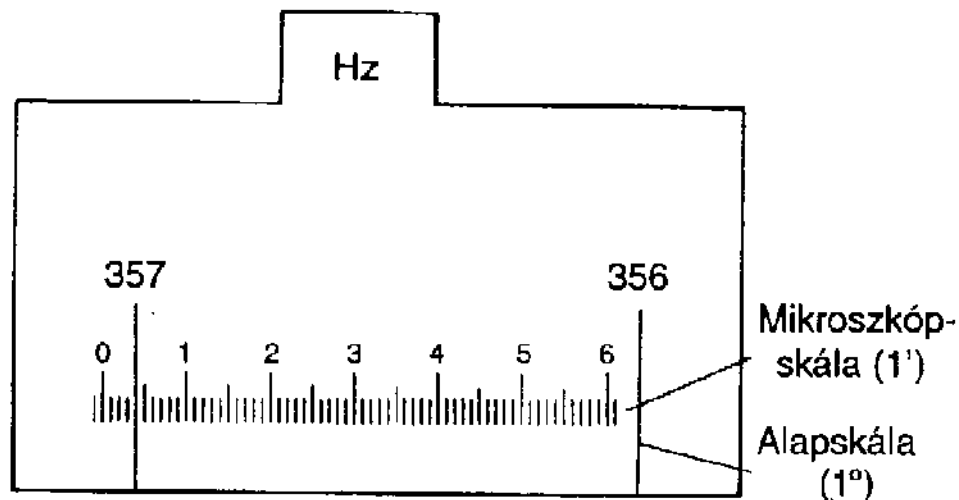
A mikroszkópot úgy helyezik a leolvasandó beosztás fölé, hogy az a tárgylencse F és $2F$ pontja közé essék, így róla a tárgylencse nagyított, valódi képet állít elő.

A leolvasás főértékét a főbeosztás vonásai mellé írt számok segítségével állapítjuk meg. A megírt vonások a fokokat jelzik. Két fokvonás között hat köz látható, tehát a legkisebb osztásköz $10'$.

A leolvasás: $25^{\circ} 37'$ (a l'' értéke becsléssel)

Beosztásos mikroszkóp

A beosztásos mikroszkóp képsíkjában levő lemezen nemcsak egy indexvonalás, hanem egy segédbeosztás is van.

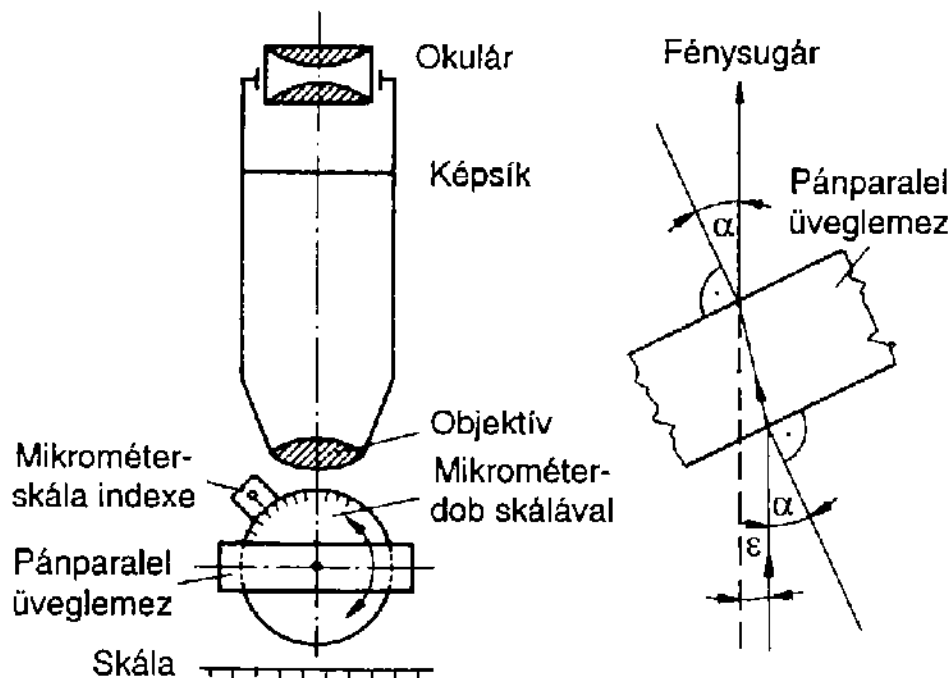


Az index a segédbeosztás 0 vonala, ennek távolságát a főbeosztás megelőző osztásvonalásától számítva olvashatjuk le, tehát a csonka leolvasást itt már nem becsüljük, hanem leolvassuk a skálán.

Leolvasás értéke: $357^{\circ} 4,0' = 357^{\circ} 04' 00''$

Ha az alapskála vonala nem esik pontosan egy segédvonalra - becslésa

Optikai mikrométer



Az optikai mikrométer működése a plánparallel üveglemez képeltoló hatásán alapszik.

Egy egyszerű becslőmikroszkóp objektívje és a leolvasandó beosztás közé egy plánparallel üveglemezt helyezünk, amely egy, az optikai tengelyre merőleges tengely körül elfordítható, és elfordulásának mértéke egy skálán leolvasható

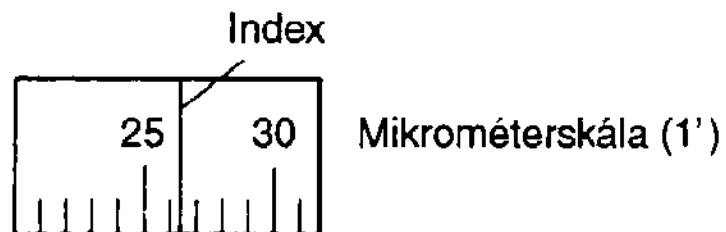
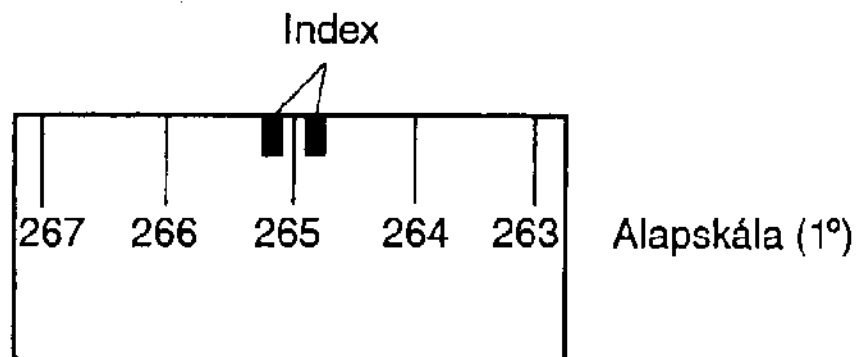
Optikai mikrométeres mikroszkóp

Leolvasás:

$$l' = 265^\circ$$

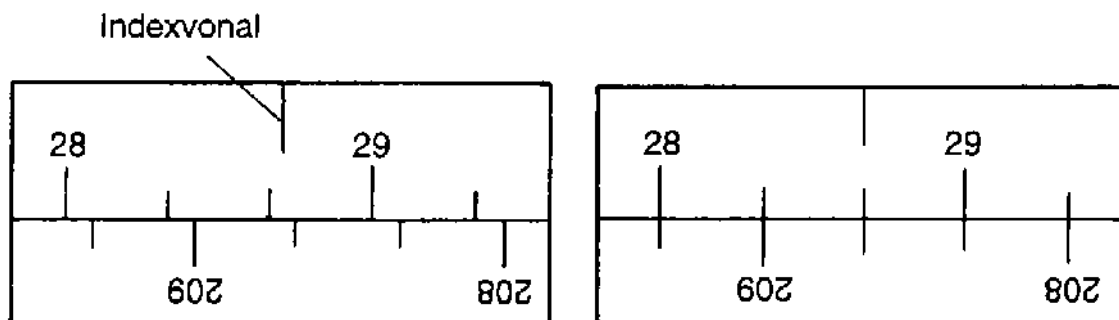
$$l'' = 26,3'$$

$$l = 265^\circ 26,3' = 265^\circ 26' 18''$$



A mikrométerskála 1' –es beosztású, tehát $0,1' = 6''$

Koincidenciás leolvasó berendezés



A limbusz kör nem egy, hanem két, pontosan diametrálisan szemben fekvő részét vetíti be. A mikrométerdob két paralel üveglemezt forgat egymásnak ellenkező irányban, ezért hatására a látómezőben a két skálarészt egymással szemben látjuk mozogni.

A leolvasás menete:

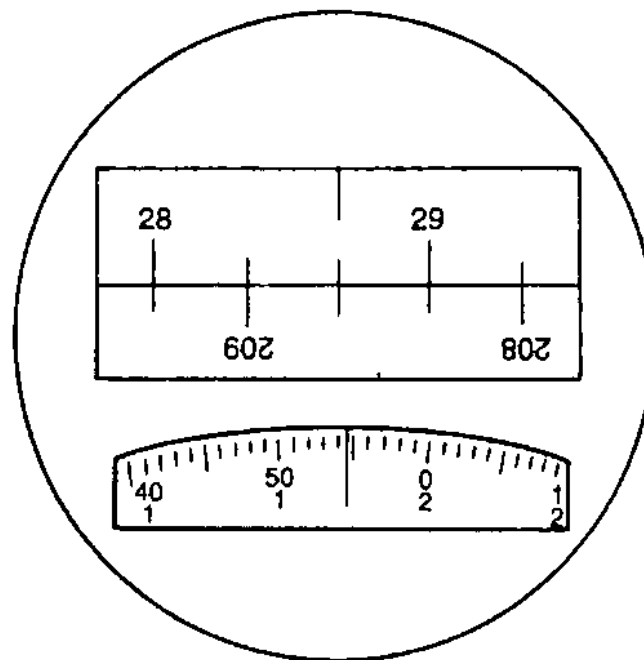
A mikrométer elforgatásával a felső és az alsó skála vonásait pontosan szembeállítjuk egymással (koincidencia)

Leolvasás: $28^{\circ} 40'$

A csonka leolvasást, percet és a másodpercet a mikrométerskálán olvassuk le.

1' 54,4''

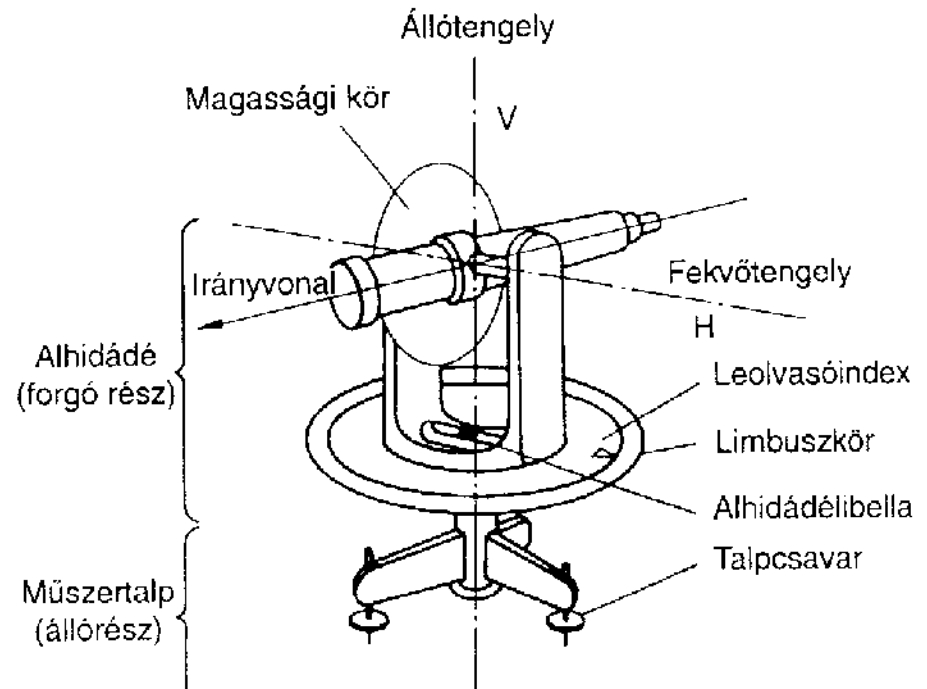
Teljes leolvasás: 28° 41' 54,4''



A legmodernebb műszereken a körök leolvasása elektromos, nincs leolvasó mikroszkóp, az aktuális érték a műszer oldalán levő, folyadékkristályos kijelző ablakban jelenik meg. (digitális)

A teodolit elvi vázlatja

A műszertalpból nyúlik ki egymással 120° -os szöget bezárva a három talpcsavar, amelyek kijjebb vagy beljebb csavarásával a műszert kismértékben dönthetjük.



A műszertalpban kap helyet a limbuszkör, amelyen a vízszintes szögelosztás (körosztás) van. A mai műszerek limbuszköre üvegből készül, szögbeosztása 360° , és az óra-mutató járásával azonos irányú (felülről nézve). Egyes műszereken a műszertalpon szelencés libella is van.

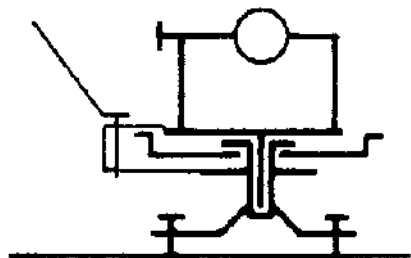
A műszertalpban van csapágyazva az *alhidádé tengelye*, az *állótengely*. Az alhidádé szabatos forgását golyóscsapágyak biztosítják. Az alhidádét tetszőleges helyzetben a műszertalphoz rögzíthetjük a vízszintes kötőcsavarral. Megkötés után csak a vízszintes iránycsavarral (paránycsavarral) tudjuk kismértékben elforgatni.

A teodolitok szokásos tengelyrendszerei

A műszertalp, a limbuszkör és az alhidádé közötti kapcsolatok:

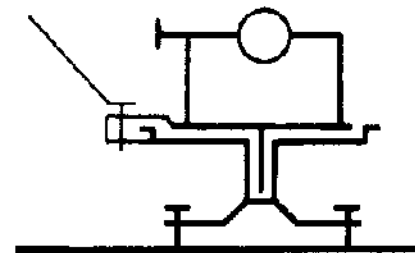
Az egyszerű teodolit limbuszköre a műszertalpban van rögzítve.

Kötő- és irányítócsavar



Ismétlő rendszerűnek nevezzük a teodolítot, ha limbuszköre a műszertalpban egy kívül elhelyezett forgatógombbal tetszés szerint elforgatható.

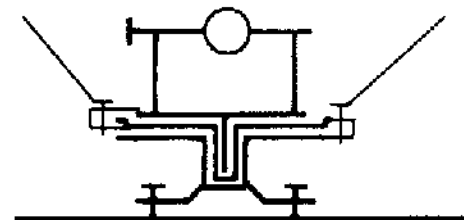
Kötő- és irányítócsavar



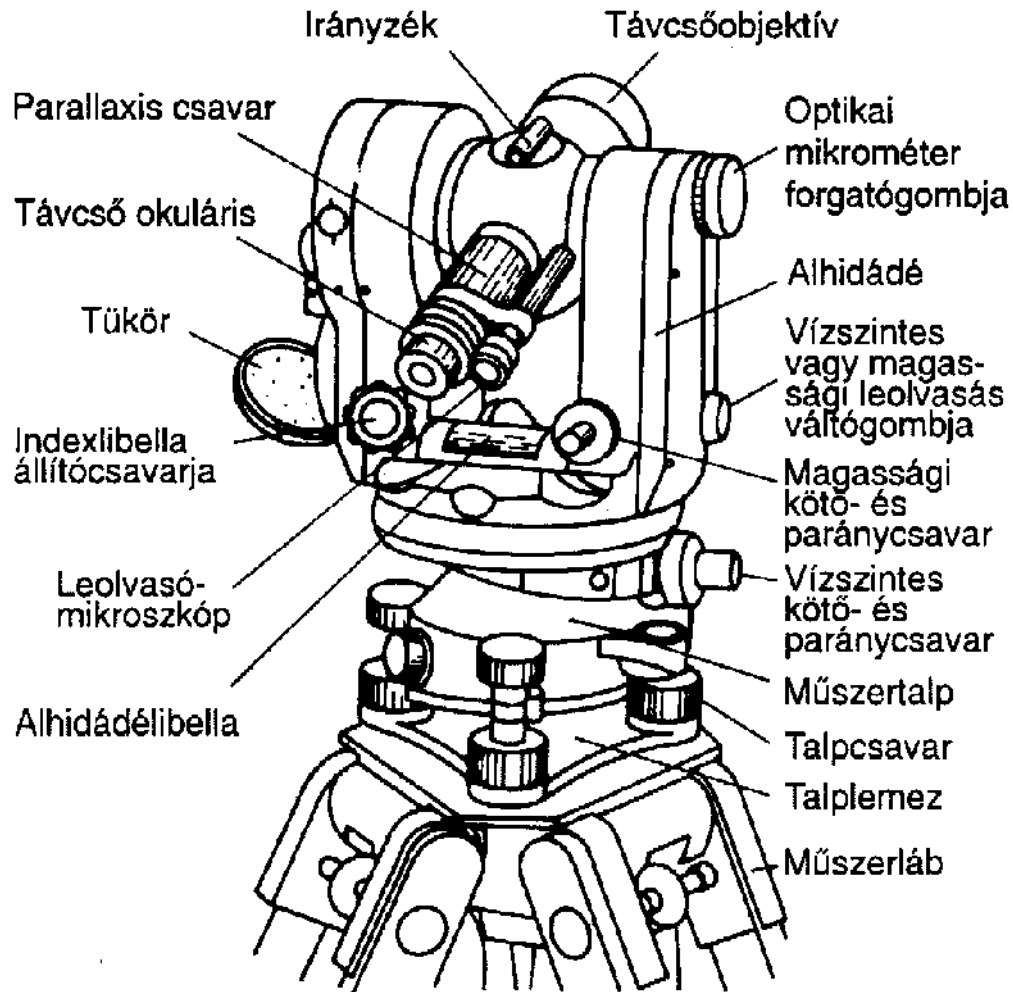
A szorzó rendszerű teodoliton két vízszintes kötő-, és parányicsavart találunk. A második kötőcsavar a limbuszkörhöz tartozik, oldása esetén a limbuszkör az alhidádéval együtt forog.

Kötő- és irányítócsavar

Kötő- és irányítócsavar

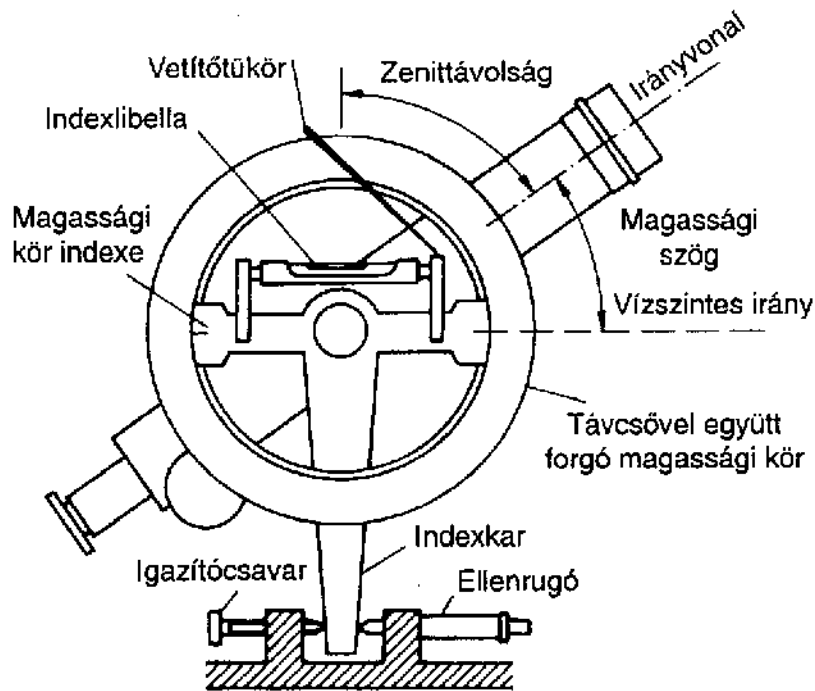


A teodolit kezelő elemei



Az alhidádé oszlopain nyugszik a fekvőtengely, amelyen a távcső és a magassági kör van. A fekvőtengely az állótengelyre merőleges, méréskor tehát vízszintes. A távcső így két egymásra merőleges tengely körül forgatható, a szerkezet adta korlátokon belül a tér bármely pontja irányozható vele. A fekvőtengelynek is van rögzítő- és parányállító csavarja, ezeket magassági kötőcsavarnak, ill. magassági irányítócsavarnak nevezzük.

A fekvőtengelyen a távcsővel együtt forog a *magassági kör*, amelyen egy álló indexhez képest a távcső mindenkori irányának a vízszintessel vagy a függőlegessel bezárt szöge olvasható le. A magassági kör anyaga, kivitele a limbuszkörével azonos, de valamivel kisebb átmérőjű. Eltérő lehet a számozási rendszere is.



1. **Magassági szög** szerinti számozás esetén a vízszintes távcsőhelyzethez a magassági körön 0° , a függőlegesen felfelé mutató irányhoz 90° leolvasás tartozik. Az ilyen számozású magassági körön közvetlenül a távcső vízszintessel bezárt szögét, azaz a magassági szöget olvashatjuk le.

2. A **zenitszög** egy tetszőleges iránynak a függőlegessel bezárt szöge (a magassági szög pótszöge). Egyes műszereken ezt olvashatjuk le a magassági körön.

A magassági kör indexének vízszintes helyzetét az *indexlibella* biztosítja, amelyhez állítócsavar is tartozik. Az indexlibella buborékját az állító csavarral minden leolvasás előtt középre kell állítani.

A legújabb műszerekben *automatikus magassági index* van, amely az állótengely függőlegessé tételekor az indexvonalat automatikusan vízszintes helyzetbe hozza.

Az alhidádéba vannak építve a vízszintes és magassági körhöz tartozó leolvasó mikroszkópok is. A modern műszereken mindkét leolvasó mezőt alkalmasan elhelyezett prizmák sorozatával, a távcső mellé épített egyetlen leolvasó mikroszkópba vetítik. A leolvasáshoz szükséges megvilágítást az alhidádé oldalán levő tükör megfelelő szögű beállításával biztosítjuk.

Ugyancsak az alhidádén találjuk az állótengely függőlegessé tételéhez szükséges csöves libellát (alhidádélibella) és a mai műszerek legtöbbször az optikai vetítő okulárját is.

A teodolit állványa a műszer mozgásmentes alátámasztására szolgál. A műszerállvány fejezetből és ehhez csatlakozó három lábból áll. A lábak általában fából készülnek, alul földbe szúrható vassaruval. A vassarun lévő kiálló taposóhágó segítségével a lábat a földbe tudjuk nyomni. A lábak két részből állnak, összetolásukkal a lábak hossza változtatható. A kívánt hosszat szorítócsavarral rögzíthetjük.

Az állvány fejezetére tehető a műszer. Általában kör vagy háromszög alakú merevített fémlapból készül, középen néhány cm átmérőjű nyílás van. Ezen megy át az összekötő csavar, amellyel a műszert az állványhoz szorítjuk. Az összekötő csavar egy elfordítható fémlapban elcsúsztatható és így a fejezet nyílásán belül tetszőleges helyre állítható. A teodolittal a műszerállványra helyezve állítjuk a pont fölé függővel, merev vetítővel, illetve optikai vetítővel.

A teodolitok mérési pontosság szerinti csoportosítása

1. Kis (építész) teodolitok 1' körüli pontossággal, általában becslő mikroszkóppal.
2. Közepes (mérnöki) teodolitok 0,1' (6") leolvasó képességgel, beosztásos vagy mikrométeres leolvasó mikroszkóppal.
3. Szabatos teodolitok 0,1-2" mérőképességgel, igényes ipari, alaphálózati munkához, koincidenciás vagy digitális leolvasással.
4. A különleges teodolitok csoportjába a szokásostól eltérő, különleges célú műszereket soroljuk pl. a giroteodolitot, lézerteodolitot.

Alapfeltételek a megfelelő pontosságú méréshez

1. Az állótengelynek függőlegesnek kell lennie. $V \perp$
2. A fekvőtengelynek merőlegesnek kell lennie az állótengelyre. $H \perp V$
3. Az irányvonalnak merőlegesnek kell lennie a fekvőtengelyre. $I \perp H$
4. A két tengelynek és az irányvonalnak egy pontban kell metszenie egymást $HVI \bullet$

Egyéb feltételek:

- a limbusz és a magassági kör koncentrikussága,
- az álló és fekvő tengelyre a szálkereszt megfelelő állása,
- a tengelyek könnyű, de kotyogásmentes járása,
- a kötőcsavarok biztos kötése, stb.

A teodolit felállítása

A műszerlábba helyezett teodolitot akkor állítottuk fel helyesen, ha a megméréendő szög csúcspontjában áll úgy, hogy állótengelye függőleges és a kijelölt pont függőlegesen helyezkedik el.

A műszerállványt egyenletesen szétnyitott lábakkal és közel vízszintes állványfejjel úgy állítjuk a talajon kijelölt pont fölé, hogy az összekötőcsavar horgára akasztott függő közvetlenül a pontra mutasson. Ezután a műszert az állványfejre helyezzük, az összekötő csavart becsavarjuk a műszer talplemezébe, de nem húzzuk meg. A műszer szelencés libelláját a talpcsavarok forgatásával beállítjuk, majd addig csúsztatjuk a műszert az állványfejen, amíg a függő 1 mm-en belül a pontjelre mutat. Ekkor megszorítjuk az összekötő csavart.

Majd az állótengelyt függőlegessé tesszük.

A teodolit felállítása

2. Ha a műszerünk optikai vetítővel rendelkezik, a pontra állást úgy végezzük, hogy a műszerállványra felhelyezzük a műszert, megkötjük.

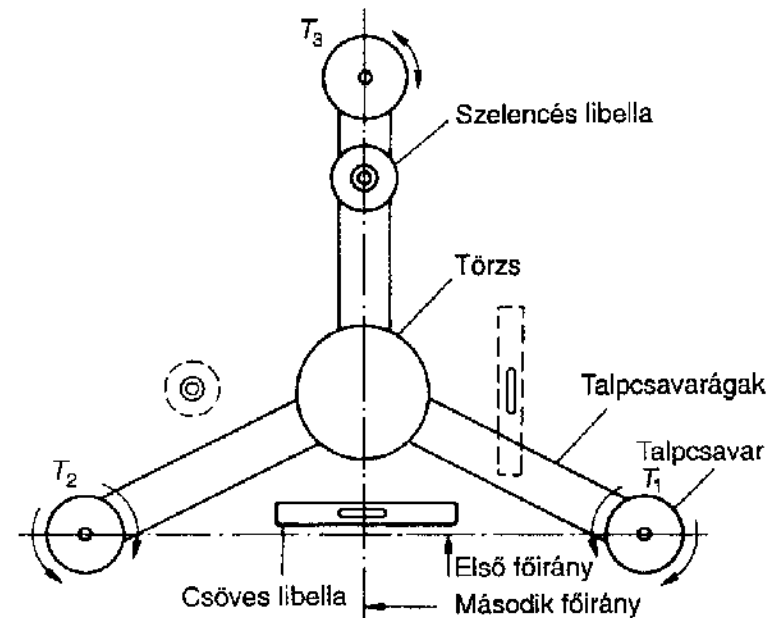
Az optikai vetítő egy kis geodéziai távcső, amely az alhidádeban van elhelyezve, vízszintesen. Az objektív előtt 90° -os prizma van, ami a távcső irányvonalát úgy törí meg, hogy az az állótengely meghosszabbítása legyen.

A műszert a műszerállvánnyal együtt a pont fölé állítjuk úgy, hogy a vetítőbe a pont látható legyen és a fejezet közel vízszintes legyen. A lábak hosszabbításával, rövidítésével a szelencés libella buborékát középre hozzuk. Az így vízszintessé tett fejezeten a kötőcsavar megoldása után a műszert a vetítőn keresztül pontosan a pontjelre állítjuk. Megkötjük a kötőcsavart. A csöves libella segítségével az állótengelyt függőlegessé tesszük.

A ponton áll a műszer, ha az állótengely függőleges és a vetítő szátkeresztje éppen a pontjelre mutat.

Az álló tengely függőlegessé tétele

1. Az állótengely kötőcsavarját oldjuk, majd az alhidádét úgy forgatjuk el, hogy a csöves libella párhuzamos legyen a két talpcsavar összekötő vonalával, a képzeletbeli első főiránnyal. Ebben a helyzetben ennek a két talpcsavarnak egyidejű, egyenlő mértékű, egymással ellentétes irányú forgatásával a libella buborékját középre hozzuk.



2. Az alhidádét addig forgatjuk, amíg a libella az első főirányra merőleges helyzetbe, a második főirányba kerül. Ekkor a libella buborékját az eddig még nem mozdított harmadik talpcsavarral hozzuk középre.

3. Az alhidádé lassú forgatásával ellenőrizzük, hogy a libella buborékja az alhidádé különféle helyzeteiben közepén marad-e.

Ha, nem ... a libella nincs kiigazítva az állótengelyre.

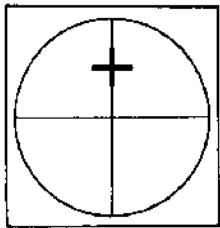
A libella kiigazítása az állótengelyre

1. Az alhidádé forgatásával a libellát visszaállítjuk az első főirányba és a libella beosztásain, az igazítócsavar felőli oldalán leolvassuk a buborék végének állását: legyen ez ***a1*** érték.
2. Az alhidádét 180° -kal fordítjuk el és újra leolvassuk ugyanannak a buborék végének az állását, legyen ez ***a2*** érték.
3. A libellát visszaállítjuk az első főirányba, a két talpcsavarral a buborék leolvasott végét az $(a1 + a2)/2 = a_n$, értékre állítjuk.
4. A libellát a második főirányba állítjuk, a leolvasott buborék végét a harmadik talpcsavarral az a_n értékére állítjuk, majd ellenőrizzük, hogy az alhidádé forgatásával a buborék nem mozdul-e el.
5. A libellát az első főirányba visszaállítjuk és a libella igazítócsavarjával a buborékot középre hozzuk.

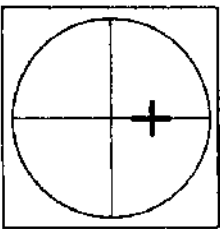
Ezzel az eljárással az állótengely függőleges, és a libella is ki van igazítva az állótengelyre. Az állótengely függőlegessé tétele után - különösen optikai vetítő esetén - helyes ellenőrizni, hogy a műszer a pont fölött maradt-e, ha nem, akkor az összekötő csavart meglazítjuk és a műszer elcsúsztatásával a pontra állást helyesbítjük, majd az állótengelyt újra függőlegessé tesszük.

Irányzás módjai

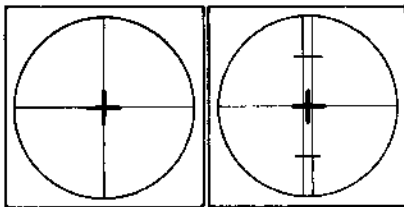
A teodolittal végzett szögmérés esetén az irányzást távcsővel végezzük. Az irányzást az teszi lehetővé, hogy a távcső látómezejében a szálkeresztet is látjuk és azt hozzuk fedésbe az irányzott jellel.



Vízszintes szögmérés esetén az irányzott jel képe a függőleges szálon van, akkor a jel vízszintes értelemben beirányzott.



Magassági szögmérés esetén a jel képét a vízszintes szálra kell állítani, ebben az esetben a jel függőleges értelemben beirányzott.



Előfordulhat, hogy a szálkereszt szálai nem pontosan függőlegesek, illetve vízszintesek, ezért a beirányzandó jel képét mindig a szálkereszt középpontjába, illetve különleges alakú szálkeresztek esetén a mértani középpontba kell állítani. Ezt a helyzetet teljes beirányzásnak nevezzük.

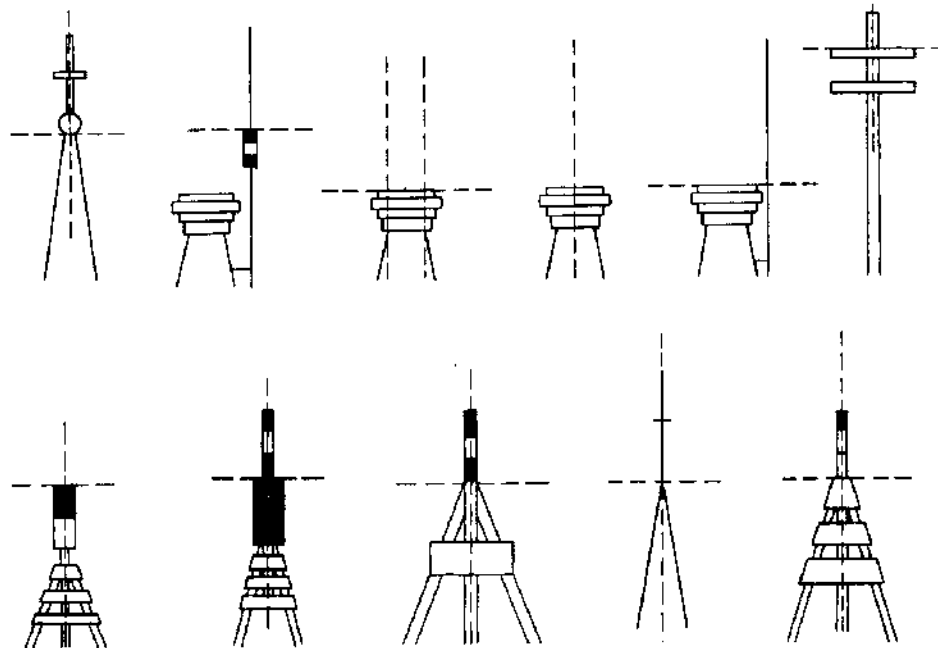
A teodolittal történő irányzás

1. Az irányzás előtt a teodolitot gondosan felállítjuk, tehát elvégezzük a ***pontra állást*** és az ***állótengely függőlegessé*** tételét. A felállítás után meglazítjuk a magassági, illetve a vízszintes kötőcsavart, így a távcső tetszőleges irányba állítható.
2. A távcsövet valamilyen fehér lap felé (esetleg az ég felé vagy fehér fal felé) fordítjuk és az okuláris forgatásával a ***szálkeresztet az éles*** látás távolságába állítjuk.
3. A távcsővel úgy keressük meg az irányozandó pontot, hogy először a távcső fölött nézve figyeljük meg, hol van a keresett jel (***durva irányzás***), ezután a távcsőre szerelt kis irányzó-berendezéssel a jelet pontosan beirányozzuk. Ezzel elérjük azt, hogy a jel már a távcső látómezejében is megjelenik, de még nem látszik élesen.
4. Megszorítjuk a vízszintes és a magassági kötőcsavart, majd a parallaxis csavarral (gyűrűvel) a képet élesre állítjuk. ***Megszüntetjük a parallaxist.***
5. A ***teljes beirányzás***: a vízszintes és a magassági irányítócsavar segítségével a szálkereszt középpontját az irányzott jelre állítjuk.

A **függőleges irányszálat** az álló jelek függőleges tengelyvonalára kell állítani, ha közeli, széles építménynél ez bizonytalan (pl. túl közel levő kéményt kell irányozni), akkor az építmény mindkét oldalát irányozni kell és a középvonal értékeként a leolvasás középértékét kell elfogadni.

A **vízszintes irányzállal**, ha a jel (pl. jelrúd) töve látszik, azt kell irányozni.

Különféle jelek irányzása:



I. II. távcsőállítás

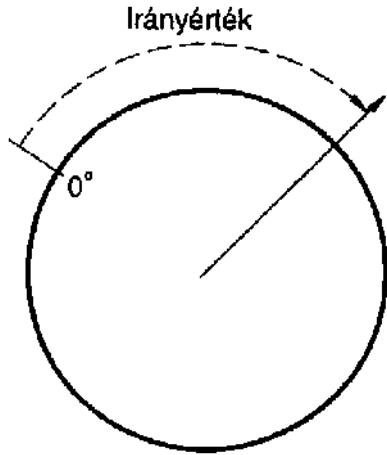
I. *első távcsőállásnak* nevezzük: ha egy pont irányzását az alhidádé olyan állásában végezzük, hogy a kötőcsavarokat kényelmesen tudjuk kezelni (pl. a vízszintes kötő- és irányítócsavar a műszer felőlünk levő oldalán van, illetve jobb kézről esik).

II. Az első távcsőállásból úgy jutunk a *második távcsőállásba*, hogy a távcsövet áthajtjuk és átforgatjuk 180° -al.

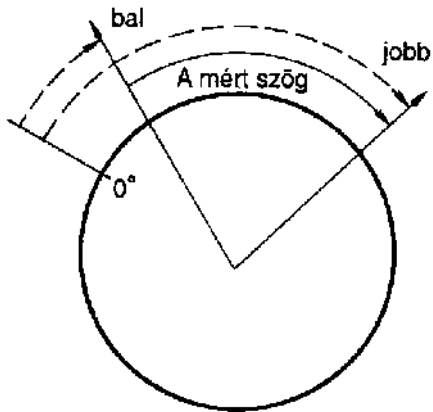
Az első és a második távcsőállásban ugyanazon az indexen végzünk leolvasást és a mérés eredményeként a két leolvasás középértékét fogadjuk el, a mérésből számos műszerhiba megszűnik.

Többek között a *kollimáció* hiba is. Ezt a hibát az okozhatja, hogy az irányvonal nem merőleges a fekvőtengelyre és ezáltal a függőleges irány sík sem merőleges.

Írányérték, a mért szög fogalma



A teodolit felállítása után a limbuszkör 0 kezdő-vonása tetszőleges helyen van. Ha megirányozunk egy pontot és leolvassuk az iránynak megfelelő limbuszértéket, akkor meghatároztuk annak a szögnek az értékét, amelyet a limbuszkör középpontjából a beosztás kezdővonása felé, illetve az irányzott pont felé mutató irány egymással bezár. Az irányzás utáni leolvasásokból számított értéket az irány ***írányértékének*** nevezzük.



A tulajdonképpeni szögmérés abból áll, hogy a teodolittal felállunk a mérendő szög csúcsában, mérjük a bal oldali és jobb oldali irány irányértékét.

A két irány által bezárt szöget úgy számítjuk, hogy a jobb oldali irány irányértékéből levonjuk a bal oldali irány irányértékét.

Iránymérés végrehajtása

Lényege: az álláspontból mérendő valamennyi irányra egy-egy irányértéket határozunk meg.

1. a mérőműszerrel felállunk a szög csúcspontjában, az első távcsőállásban irányozzuk a legmegbízhatóbban irányozható pontot. Ezt nevezzük *kezdőiránynak*. A kezdőirányhoz tartozó limbuszleolvasás után a további pontokat balról jobbra haladva, az óramutató járásának megfelelő irányba haladva vesszük sorra. Minden irányzás után leolvasást végzünk a limbuszkörön, a leolvasott értékeket feljegyezzük.

2. Az első távcsőállásban végigérve, az alhidádét átfordítjuk, a távcsövet áthajtjuk a második távcsőállásba, és a legutóbb mért irányon kezdve, de most az előzővel ellenkező sorrendben, jobbról balra haladva megismételjük a mérést. Minden irányzás után teljes leolvasást teszünk.

A kezdő irány mérése - első távcsőállásban - a sorozat végén ellenőrzésként szolgál annak megállapítására, hogy mérés közben a műszer nem mozdult-e el

Az egyes pontokra az első és második távcsőállásban végzett limbuszleolvasásokból számítjuk az irányértékeket, és a közrezárt szögeket.

Az egy álláspontból mért irányok összességét *iránysorozatnak*, az iránysorozat két távcsőállásban való egyszeri megmérését *fordulónak* nevezzük.

Szögmérési jegyzőkönyv

Álláspont neve vagy száma, műszermag	Írányzott pont neve vagy száma	I. távcsőállás			I. közép-értéke		II. távcsőállás			II. közép-értéke		I. és II. középértéke			Törésszög vagy tájékozási szög		
		0	'	"	'	"	0	'	"	'	"	0	'	"	0	'	"
31 kő	131 kő	42	14	18 24	14	21	222	14	24 30	14	27	42	14	24			
	132 kő	63	26	12 18	26	15	243	26	18 24	26	21	63	26	18	21	11	54

A táblázatnak megfelelően számítjuk az első, illetve a második távcsőállásban a leolvasott közép-értéket és számítjuk a két irány irányértékét.

A bal oldali irány irányértékének számítása ... $42^{\circ}14'24''$.

A jobb oldali irány irányértékének számítása ... $63^{\circ}26'18''$.

A két irányérték különbsége, azaz a keresett szög értéke

$$l_{jobb} - l_{bal} = 63^{\circ}26'18'' - 42^{\circ}14'24'' = 21^{\circ}11'54''.$$

Magassági szögmérés

Magassági szögmérés egyetlen irányra is lehetséges, mert a mérendő szög másik szára a vízszintes vagy függőleges irány. (magassági szög, zenitszög)

A magassági szögmérésnél a hangsúly a vízszintes szállal – vízszintes iránysíkkal – való pontos irányzáson van.

Az irányzás után, de a leolvasás előtt be kell állítani az indexlibellát.

A leolvasásokat a magassági körön tesszük.

A két távcsőállásból kapott értékekből ki kell számítani a magassági szöget, és a kapott értékek középértéke a végleges magassági szög.

Hogy egy műszer magassági vagy zenitszöges beosztású-e, arról úgy győződhetünk meg, hogy szemre vízszintesre állítjuk a távcsövet, majd leolvassuk a magassági kört.

Ha 0° vagy 180° körüli értéket olvastunk le – magassági szög beosztású.

Ha 90° vagy 270° körüli értéket kapunk – zenitszöges beosztású.